DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 28. November 1913. Heft 48.

Theorie der Narkose.

Von Dr. W. Thörner, Bonn.

Als im Jahre 1846 durch den Chemiker *Jackson* und den Zahnarzt *Morton* der Äther als Betäubungsmittel in die praktische Medizin eingeführt worden war, begannen auch bald von biologischer Seite die Versuche, eine Vorstellung von der Art der Wirkungen narkotischer Mittel im Organismus zu gewinnen. Zunächst zog man die Löslichkeitsbeziehungen zwischen Narkoticis und gewissen Stoffen des Organismus in Betracht. Und schon im Jahre 1847 stellten *Bibra* und *Harless* auf Grund der Tatsache, daß sich Fette leicht in gewissen Narkoticis, wie z. B. Äther oder Chloroform lösen, die Theorie auf, daß diese Stoffe narkotisch wirkten durch Extraktion von Fetten aus den Zellen des Zentralnervensystems. Später beobachtete *Hermann* 1866, daß gewisse Narkotika die roten Blutkörperchen auflösen, und vermutete, daß dabei die Lecithinkörper, Cholesterin und Fette, den Angriffspunkt für die fettlösenden Anästhetika abgeben. Im Einklang mit dieser Ansicht stehen die Untersuchungen von *Pohl* 1891, welcher das Chloroform im Blute vorwiegend an die fettähnlichen Stoffe, Lecithin und Cholesterin, in den Blutkörperchen gebunden fand. Neuerdings konnte *Reicher* 1908 nachweisen, daß nach langdauernder tiefer Narkose der Fettgehalt des Blutes erhöht war, ein Befund, der sich im Sinne der obigen Theorie verwerten ließe. Andrerseits machte *Dubois* 1884 eine Beobachtung, die auf eine andere Löslichkeitsbeziehung der Narkotika hinweist. Er sah, daß unter dem Einfluß von Alkohol-, Äther-, Benzin-, Schwefelkohlenstoff- oder Chloroformdämpfen an den Organen gefäßarmer Pflanzen Wasser in Form von feinen Tröpfchen ausgeschieden wurde und deutete den Vorgang so, daß das Narkotikum das Wasser aus dem Zellprotoplasma verdrängt und sich an seine Stelle setzt. Infolge der Wasserverarmung tritt dabei Funktionsuntüchtigkeit ein. Tatsächlich sind die meisten Narkotika schlecht löslich in Wasser und *Richet* 1893 glaubte den Satz aufstellen zu können, daß ein Stoff um so stärker narkotisierend wirke, je weniger er in Wasser löslich sei. Die Löslichkeitsbeziehungen der Narkotika zu Fett einerseits und zu Wasser andrerseits haben dann *E. Overton* 1899 und 1901 und *H. Meyer* 1899 unabhängig voneinander zum ersten Male zusammengefaßt und klar erkannt, daß die Intensität der narkotischen Wirkung eines Stoffes abhängig ist von dem Verhältnis seiner Fettlöslichkeit zu seiner Wasserlöslichkeit, daß sie mit diesem Teilungsquotienten steigt und sinkt. Sie konnten die Gesetzmäßigkeit, daß ein Narkotikum um so stärker betäubend wirkt, je mehr es in Fetten oder Lipoiden, d. h. fettähnlichen Körpern, und je weniger es in Wasser löslich ist, an einer langen Reihe narkotischer Stoffe nachweisen. Diese interessanten Befunde von *Overton* und *Meyer* lassen uns einen wichtigen Faktor für das Zustandekommen der Narkose erkennen, indem sie uns einen Weg andeuten, auf dem das Narkotikum in die Zellen eindringt und an die Stellen seiner Wirksamkeit gelangt. Über das Wesen der Narkose ist jedoch damit noch nichts gesagt.

Von einem anderen Gesichtspunkte aus versuchte der berühmte französische Physiologe *Claude Bernard* 1875 den Mechanismus der Narkose verständlich zu machen. Auf Grund der Beobachtung, daß Muskeln unter dem Einfluß von Chloroformdämpfen in einen Zustand von Starre verfallen, ähnlich dem der Wärmestarre, den man als Gerinnungsvorgang aufzufassen gelernt hatte, vermutete er, daß es sich auch bei der Narkose um eine Semikoagulation, d. h. reversible Gerinnung, in den Zellen des Zentralnervensystems handle. Inwieweit diese Anschauung für eine Theorie der Narkose in Betracht kommt, werden wir noch erfahren. Tatsächlich konnte *Binz* 1891 unter dem Mikroskop eine körnige Trübung des Zellprotoplasmas im Gefolge der Narkose nachweisen. Allerdings war diese Erscheinung nicht reversibel. — Überblicken wir die beschriebenen Untersuchungen und Anschauungen über die Wirkung narkotischer Stoffe, so erkennen wir, daß für das Verständnis des Mechanismus der Narkose zwar überall etwas, Faktoren von untergeordneter Bedeutung, im ganzen jedoch wenig gewonnen ist. Erst in jüngster Zeit sind nun aber eine Reihe von interessanten Untersuchungen gemacht, deren Resultate uns hinsichtlich einer exakteren Theorie der Narkose einen großen Schritt vorwärts gebracht haben.

Das Fundament wurde gelegt durch die Untersuchungen *Verworns* und seiner Schüler, die, von einer ganz anderen Fragestellung ausgehend, an die Aufklärung der Wirkung narkotischer Stoffe herantraten. Die Narkose ist ein Lähmungszustand, charakterisiert durch das Fehlen jeglicher Reaktion auf einen äußeren Reiz. Denselben Zustand der lebendigen Substanz können wir erreichen durch andere Beeinflussungen, z. B. durch Abkühlung als Kältelähmung durch Erwärmung als Wärmelähmung, durch Sauerstoffentziehung als Erstickung u. a. m. Gerade für die Sauerstoffentziehung scheint aber die lebendige Substanz der aeroben Organismen eine besondere Schwäche zu haben. Es ist vor allem in *Verworns* Institute immer wieder gezeigt worden, wie außerordentlich fein alle Organe, speziell aber das Nervensystem, das zentrale wie das periphere, auf eine Störung ihres Sauerstoffwechsels reagieren. Da sich nun eine ganze Reihe von den erwähnten Lähmungszuständen auf Wirkungen des Sauerstoffmangels zurückführen ließen, entstand die Frage, ob auch die Narkose etwa auf einer Erstickung beruhe. Diese Vermutung hat sich vollauf bestätigt. Das Zentral-

nervensystem eines Frosches, in dessen Gefäßen statt Blut eine sauerstoffreie physiologische Salzlösung (Methode der künstlichen Zirkulation) kreiste, wurde durch Strychninkrämpfe bis zur Unerregbarkeit ermüdet. In diesem Stadium der höchsten Sauerstoffgier wurden die Zellen des Nervensystems narkotisiert durch Zusatz eines Narkotikums, z. B. Äther, zur Zirkulationsflüssigkeit und ihnen dann unter dauernder Narkose reichlichst Sauerstoff zugeführt. Verdrängte man nun nach einer Weile die sauerstoffhaltige Durchblutungsflüssigkeit durch eine sauerstoffreie und hob gleichzeitig die Narkose auf, so zeigte sich, daß der während der Narkose gebotene Sauerstoff nicht verwertet worden war. Es war keine Spur von Erholung eingetreten. Der Frosch blieb unerregbar. Ließ man dagegen jetzt wieder eine sauerstoffhaltige Lösung in den Kreislauf eintreten, so erfolgte fast momentan eine vollständige Erholung der ermüdeten Nervenzellen, was sich in lebhaften Strychninkrämpfen des Frosches äußerte. Solche Versuche wurden dann von *Winterstein* 1902 mit den verschiedensten Narkoticis ausgeführt. Weiter wurden an herausgeschnittenen Froschnerven von *Verworn*, *Fröhlich* 1904 und *Heaton* 1910 dieselben Beobachtungen gemacht. *Heaton* konnte außerdem in seinen Versuchen feststellen, daß während der Narkose tatsächlich nur der Sauerstoffwechsel aufgehoben ist, während im übrigen die Umsetzungen in der lebendigen Substanz anoxydativ weiter verlaufen, daß also nicht etwa jeglicher Zellstoffwechsel in der Narkose still steht. Die lebendige Substanz zerfällt weiter, ohne die Möglichkeit der Erholung zu haben. Ja, man konnte sogar an Nerven den anoxydativen Stoffwechsel noch steigern, den Zerfall der lebendigen Substanz noch beschleunigen während der Narkose, wenn man den Nerven durch erregende Reize nach *Thörner* gleichzeitig ermüdete. Aus solchen Beobachtungen ergibt sich ohne weiteres, daß man eine Narkose nicht beliebig lange ausdehnen kann. Wenn der Zerfall der lebendigen Substanz einen bestimmten Grad erreicht, tritt der Zelltod ein. Aus den Untersuchungen *Verworns* und seiner Schüler geht einwandfrei hervor, daß *die Wirkung der Narkotika auf einer Verhinderung der Sauerstoffverwertung, einer Hemmung der Oxydationen in der lebendigen Masse* beruht. Die Narkose ist demnach gleich zu setzen einer Erstickung. Neuerdings hat *Warburg* 1910 die oxydationshemmende Wirkung der Narkotika an roten Blutkörperchen, *Pick* und *Joannovics* 1911 an der Hundeleber und *Ischikava* 1912 an Amöben bestätigt.

Zu einer Anerkennung der Ansichten *Verworns* kam auf einem ganz anderen Wege *Mansfeld* 1909. Anknüpfend an die Narkosetheorie von *Meyer* und *Overton*, nach der das Eindringen des Narkotikums in die Lipoide der Zelle Grundbedingung für das Zustandekommen der Narkose ist, sieht er als physiologische Aufgabe der Zellipoide an die Übertragung des Sauerstoffs aus der Gewebsflüssigkeit in das Innere der Zelle. Sauerstoff ist in Fetten und fettähnlichen Körpern ca. viermal besser löslich als in Wasser. Wenn nun aber die Zellipoide bereits mit Narkotikum beladen sind, so werden die Lösungsbedingungen in ihnen für Sauerstoff schlechter und die Sauerstoffübertragung leidet Not. Es besteht demnach auch nach *Mansfelds* Ansicht schließlich das Wesen der Narkose in der Wirkung des Sauerstoffmangels.

Noch von einer dritten Seite sollte die Narkosetheorie *Verworns* eine wesentliche Stütze erhalten. *Bürker* beobachtete 1910, wenn er ein Voltameter mit angesäuertem Wasser, dem irgendein Narkotikum zugesetzt war, beschickte und elektrischen Strom durchgehen ließ, daß sich an der Anode nur eine unverhältnismäßig geringe Menge Sauerstoff entwickelte, während die Anodenflüssigkeit dafür reichlich Oxydationsprodukte des Narkotikums, wie Kohlenoxyd, Kohlensäure, Essigsäure usw. enthielt. Es war also das Narkotikum durch den entstehenden Sauerstoff oxydiert worden. *Bürker* übertrug diese Verhältnisse auf das Geschehen in der lebendigen Substanz und kam zu der Auffassung, daß auch bei der Narkose in der Zelle das Narkotikum den gebotenen Sauerstoff zu seiner eigenen Oxydation benutze und auf diese Weise Sauerstoffarmut in der lebendigen Substanz entstehe. — Im Anschluß an diese Untersuchungen sei bemerkt, daß neuerdings *Grahe* 1911 bei quantitativer Bestimmung des Äthers bei der Narkose beobachtet hat, daß nach der Narkose ein Teil des Äthers im Organismus zurückblieb, wie dies *Nicloux* 1910 bereits für Chloroform gefunden hatte. Diese Beobachtungen könnten im Sinne der Theorie *Bürkers* gedeutet werden.

Fassen wir nunmehr alles vorliegende Material zusammen, so geht daraus klar genug hervor: den Kern einer exakten Theorie der Narkose bildet der Satz *Verworns*, „die Narkose ist eine Erstickung, indem durch die Anwesenheit des Narkotikums die Oxydationen in der lebendigen Substanz verhindert werden". Eine weitere Frage ist aber: Wie kommt diese Oxydationshemmung zustande? Auf welchen Eigenschaften der Narkotika beruht sie? Die Gesetze von *Overton* und *Meyer* über die Lipoidlöslichkeit der Narkotika werden uns in dieser Frage nicht wesentlich fördern, wenn es auch nicht von der Hand zu weisen ist, daß die Lipoide, indem sie neben anderen Zellkolloiden als gleichzeitige Überträger von Sauerstoff und Narkotikum in Betracht kommen können, für das Zustandekommen der Narkose eine gewisse Rolle spielen. Da sich aber andererseits herausgestellt hat, daß auch lipoidfreie Zellen narkotisierbar sind, so muß eine andere Eigenschaft der Narkotika der maßgebende Faktor sein.

Hier wird uns durch die Untersuchungen von *Traube* 1913 ein gangbarer Weg gewiesen. *Traube* fand einen innigen Zusammenhang zwischen Narkose und Oberflächenspannung. Die Narkotika haben einen geringen Haftdruck an Wasser, sie gehen in wässeriger Lösung an die Oberfläche und häufen sich hier an. So beobachtete *Liebreich* 1890 gerade an den Oberflächen chloroformhaltiger Lösungen den Stillstand gewisser chemischer Reaktionen, die im Innern der Flüssigkeit ungehindert abliefen.

Er nannte diese Zonen „toten Raum". Da diese Stoffe von geringem Haftdruck das Bestreben haben, sich aus ihrem Lösungsmittel zu entfernen, so werden sie, wenn wir Osmose durch Zellmembranen in Betracht ziehen, leicht diosmieren und in die Zellphase eindringen. Dieser Umstand erklärt die Aufnahme der Narkotika in das Zellprotoplasma und das Hingelangen an die Orte ihrer Wirksamkeit auch ohne Anwesenheit von Lipoiden, wenn auch deren unterstützende Bedeutung nicht in Abrede gestellt sein soll. Infolge ihres geringen Haftdruckes an Wasser setzen die Narkotika die Oberflächenspannung desselben und damit auch den Binnendruck erheblich herab. Nun aber verlieren Flüssigkeiten, deren Oberflächenspannung und Binnendruck vermindert wird, an Reaktionsfähigkeit, da in ihnen die Lösungsbedingungen z. B. für Kolloide oder Salze schlechter werden. Die Kolloidteilchen ballen sich zu immer größeren Komplexen zusammen. Der Einfluß kann so weit gehen, daß sie sichtbar ausfallen. Schon *Buchner* hatte beobachtet, daß die Narkotika die Fähigkeit haben, Niederschläge hervorzurufen, und neuerdings haben *Warburg* und *Wiesel* 1912 und *Moore* und *Roaf* 1913 gezeigt, daß diese ihre Fähigkeit, Proteine, Nukleoproteide usw. zu fällen, parallel geht ihrer narkotischen und oxydationshemmenden Wirkung. Je mehr nun z. B. in der lebenden Substanz die Zellkolloide sich infolge der Oberflächenspannungsherabsetzung zusammenballen, um so weniger reaktionsfähig werden sie und um so weniger geeignet, fermentative Wirkungen, etwa bei der Sauerstoffübertragung, zu entfalten. Eine große Reihe von Untersuchungen von *Baer* und *Meyerstein* 1910, *Vernon* 1911, *Warburg* 1911 und 1912, *Bigelow* 1898, *Titof* 1903, *Young* 1901 und 1902, *Centnerszwer* 1898, *Scharf* 1908 haben denn auch festgestellt, *daß die Narkotika in demselben Maße und in derselben Reihenfolge, wie sie die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen, hemmend auf die Oxydationsprozesse einwirken*, sei es nun in der lebendigen Substanz der Zelle oder im Reagenzglase, wie z. B. bei der Oxydation von Natriumsulfit. So wird uns nunmehr der innige Zusammenhang verständlich, den *Traube* zwischen Narkose und Oberflächenspannung beobachtete. *Je mehr ein Narkotikum die Oberflächenspannung seines Lösungsmittels herabsetzt, um so stärker ist seine narkotische Wirksamkeit.* Stoffe von gleichem Haftdruck, d. h. isokapillare Stoffe, haben die gleiche narkotische Wirkung. Diese Regeln konnte *Traube* an den verschiedensten narkotischen Stoffen bestätigen. Für homologe Reihen von Narkoticis gelang es sogar, das einfache empirische Gesetz festzustellen, daß sowohl die narkotische Wirkung wie die Herabsetzung der Oberflächenspannung mit jedem höheren Körper im Verhältnis $1 : 3 : 3^2 : 3^3$ usw. zunimmt.

Blicken wir zurück, so fällt uns auf, daß bereits zweimal Ansichten über das Wesen der Narkose geäußert worden sind, die mit unserer heutigen Anschauung Verwandtschaft zeigen. *Richet* stand schon auf dem Boden der Haftdrucktheorie *Traubes* mit seiner Äußerung, daß ein Stoff um so stärker narkotisch wirke, je weniger er in Wasser löslich sei, und *Claude Bernard* führte die Narkose bereits auf einen Ausfällungsvorgang, auf eine Semikoagulation zurück.

Versuchen wir zum Schluß, uns ein zusammenhängendes Bild vom Mechanismus der Narkose zu entwerfen: Das Eindringen des Narkotikums in das Innere der Zelle und seine Ausbreitung im Protoplasma werden ermöglicht oder zum mindesten erheblich unterstützt durch seinen geringen Haftdruck an wässerige Lösungen. Dabei mag die Lipoidlöslichkeit eine Rolle spielen. Durch das Narkotikum wird die Oberflächenspannung und der Binnendruck des Protoplasmas vermindert, was ein teilweises Zusammenballen und damit eine Abnahme der Reaktionsfähigkeit der Zellkolloide, der Proteine, Nukleoproteide, Lipoide usw., zur Folge hat. Da aber diese Stoffe nach unserer Vorstellung teilweise als Fermente beim Sauerstoffwechsel wirksam sind, so leiden durch ihren Ausfall die Oxydationsprozesse in der lebendigen Substanz Not. Der zugeführte Sauerstoff kann nicht verwendet werden und die Zelle befindet sich im Zustande der Erstickung. Daß aber die Ganglienzellen der Hirnrinde und des Nervensystems überhaupt zu allererst von der Narkose betroffen werden, erkennbar an der eintretenden Bewußtlosigkeit und der dann folgenden Aufhebung der Reflexe, beruht höchstens zum geringsten Teile auf ihrem Reichtum an Lipoiden und hat vielmehr seinen wesentlichsten Grund darin, daß diese Zellen weit empfindlicher als alle anderen auf eine Störung im Sauerstoffwechsel reagieren.

So etwa würde, wenn wir der Klarheit halber von einer Reihe weniger wichtiger Begleitfaktoren absehen, nach dem heutigen Stande der Untersuchungen eine Theorie der Narkose ausfallen.

Die Besiedelung der Talsperren.

Von Dr. August Thienemann, Münster i. W.

Besonders im Westen Deutschlands sind im letzten Vierteljahrhundert eine große Anzahl von *Talsperren* entstanden. Allein im Ruhrgebiet zählen wir deren jetzt 11, die zusammen einen Stauinhalt von 186,7 Millionen Kubikmeter, eine (maximale) Staufläche von 1467,39 ha und ein Niederschlagsgebiet von 633,65 qkm besitzen. Sehr verschieden ist die Größe der Talsperren; beschränken wir uns hier, wie im folgenden, auf die Betrachtung der Talsperren des Ruhrgebiets, so treffen wir neben Talsperren, die nur ½ bis ¾ Millionen Kubikmeter fassen, — das sind die ältesten, im Jahre 1894 bis 1896 erbauten Staubecken — auch solche, deren Inhalt über 10 Millionen beträgt; ja die jüngste, erst im vergangenen Sommer eröffnete Sperre, die Möhnetalsperre im Kreise Soest, faßt 130 Millionen Kubikmeter bei einer Staufläche von 1017 Hektar; ihre maximale Tiefe beträgt 32,1 m. Sie erstreckt sich im Möhnetale 10 km weit, im Hevetale 5 km weit; da wo Möhne und Heve sich vereinigen, ist ein Becken entstanden, dessen Breite

zwischen 1 und 2½ km schwankt. Gewiß ein stattlicher See!

Über 39 Millionen Mark sind für die Errichtung der Ruhrtalsperren aufgewendet worden. Aber der Nutzen, der der Allgemeinheit aus dem Bau der Talsperren erwächst, rechtfertigt auch die Ausgabe dieser Riesenmittel. Neben der Abschwächung des oft so verheerenden Frühjahrshochwassers in den unterhalb der Sperren gelegenen Tälern beruht der Nutzen der Talsperren vor allem in der Erhöhung des Niederwassers der Flüsse im Sommer. Dies hat aber eine dreifache Bedeutung: Erleichterung der Schiffahrt im Sommer, Sanierung der hygienischen Verhältnisse, Gewährung eines gleichmäßigen Flusses von Betriebswasser für die industriellen Werke im Tale. Dazu kommt schließlich die Trinkwasserversorgung der großen Städte des Industriegebietes, die nur durch die Wasserabgabe der Talsperren zu einer sicheren und hygienisch einwandfreien werden kann.

Liegt also auch die Bedeutung der Talsperren bei weitem vorwiegend auf volkswirtschaftlichem Gebiete, so hat doch auch der Naturwissenschaftler allen Grund, nicht ohne Aufmerksamkeit an diesen modernen künstlichen Mittelgebirgsseen vorüberzugehen. Insbesondere sind sie für den Hydrobiologen von größtem Interesse.

Denn die Talsperren sind nicht nur neu geschaffene, tiefe Seen, sondern stellen überhaupt einen ganz neuen Typus eines Binnengewässers dar. Und so läßt sich an der Talsperre nicht nur die Besiedelung eines plötzlich entstandenen Sees verfolgen; Hauptaufgabe der hydrobiologischen Erforschung der Talsperren ist es vielmehr, die hydrographischen und biologischen Unterschiede zwischen Talsperre und natürlichem See zu untersuchen.

Der prinzipielle Unterschied zwischen der von Menschenhand geschaffenen Talsperre und dem natürlichen See liegt in den Abflußverhältnissen begründet. Beim normalen See fließt das Wasser stets von der Oberfläche ab; bei der Talsperre dagegen ist nur einzelne Tage im Jahre — und nicht einmal in allen Jahren — der Wasserzufluß ein so starker, daß ihn die an der tiefsten Stelle der Mauer befindlichen Abflußrohre nicht abführen können, sondern daß das Wasser über die Maueroberkante, den sogenannten „Überlauf", stürzt. Weitaus den größten Teil des Jahres läuft das Wasser aus der Tiefe ab.

Aus diesen verschiedenartigen Abflußverhältnissen lassen sich die gesamten hydrographischen und hydrobiologischen Unterschiede zwischen Talsperre und natürlichem See ableiten.

In drei Hauptpunkten unterscheiden sich Talsperre und See.

I. In jedem natürlichen See mit annähernd konstantem Wasserstande wird der ursprünglich stetige, gleichmäßige Abfall der Böschung durch die Brandungswirkung in einen ungleichmäßig abgestuften verwandelt. Die brandende Woge greift die Küste an, erschüttert, lockert das Gestein, untergräbt das Ufer, bis eine tiefe Brandungshohlkehle entsteht; die unterwühlten Teile stürzen schließlich ab, sie werden durch die Wogen beseitigt, und nun kann das Spiel von neuem beginnen. So vergrößert die Brandungswirkung den See stetig landeinwärts und schafft so eine flache Uferzone, deren Boden fast horizontal ist und dann plötzlich steil zur Seetiefe sich hinabsenkt. Die abgebröckelten Uferteile werden von der Brandungswoge zerkleinert, abgerollt; sie lagern sich als Gerölle in Bänken ihrer Größe nach ab. Ein Teil wird noch mehr zerkleinert, zu Sand, ja zu Schlamm; dieser wird durch die Wellen weiter hinaus in den See geführt; kommt er hier in das ruhigere Wasser, so sinkt er zu Boden und lagert sich nun auf der Uferbank ab, diese seewärts vergrößernd. So bildet sich im See die typische Gliederung der Küste heraus: an den *Strand* schließt sich die flache *Uferbank* an, die mit steiler Böschung, der *Halde*, zur *Seetiefe* abfällt. Die Breite der Uferbank hängt von dem ursprünglichen Böschungswinkel der vom Wasser erfüllten Wanne sowie vom Alter des Sees ab. Bei allen Seen treffen wir eine solche Küstengliederung an, wofern nur das Seeniveau annähernd konstant bleibt.

Wird aber durch starke Wasserstandsschwankungen die Tätigkeit der brandenden Woge in immer andere Höhen verlegt, so wird sich auch im Laufe der Jahre nie eine solche Ufergliederung herausbilden können.

Das ist der Fall bei den Talsperren. Ihre Aufgabe — Zurückhalten des Wassers bei starken Niederschlägen; Abgabe des Wassers in der trockenen Zeit — bringt naturgemäß sehr starke Wasserschwankungen mit sich; jährliche Schwankungen von 15—20 m sind bei unseren etwa 30 m tiefen Talsperren keine Seltenheit. Bei der Februarhochflut des Jahres 1909 stieg in einzelnen Sperren der Stauspiegel in 3 Tagen um 11—12 m! In allen Talsperren fehlt daher eine typische Ufergliederung; gleichmäßig in stetem steilem Gefälle verläuft die Böschung vom Ufer zur Tiefe der Sperre.

Das Fehlen der Uferbank hat aber äußerst wichtige biologische Folgen. Denn die Uferbank des natürlichen Sees ist der Standort für die reiche Uferwasserflora, die als grüner Gürtel unsere Seen umzieht. Wo der Steilabsturz der Halde beginnt, da hört jener Pflanzengürtel auf. Eine solche Litoralflora muß der Talsperre völlig fehlen; höchstens in sanft abfallenden Buchten der Zuflüsse kann sich hier und da einmal ein kleiner Bestand von Uferwasserpflanzen entwickeln; doch das sind durchaus lokal beschränkte Vorkommnisse. Schon dem Auge des naiven Beschauers fällt an der Talsperre das Fehlen der grünen Ufervegetation auf.

Fehlt aber die Uferflora in der Talsperre, so ist auch die Uferfauna, die im See zwischen dem Pflanzengewirre des seichten Ufers Versteck und Nahrung findet, nicht vorhanden. Jene reiche Tierwelt des durchwärmten Uferwassers der Seen fehlt der Talsperre so gut wie ganz. Im April—Juni höchstens finden sich in den randlichen Teilen der Sperre einzelne Insektenlarven, Kaulquappen usw., die man als „Litoralfauna" bezeichnen könnte. Davon abgesehen aber zieht sich die gleiche Tierwelt vom Ufer die Böschung hinab bis in die dunkle Tiefe. Litoral und Abyssal sind in der Talsperre von fast den gleichen Organismen besiedelt. Und da nun

die Litoralzone eines Sees die produktivste ist, da sie vor allem die den Fischen zur Nahrung dienende Kleintierwelt erzeugt, so ist ceteris paribus eine Talsperre weniger produktiv als ein unter gleichen Bedingungen gelegener natürlicher See.

II. Die starken Wasserstandsschwankungen lassen alljährlich große Flächen ursprünglich vom Wasser bedeckten Ufers für geraume Zeit austrocknen. So lag, um nur ein Beispiel zu geben, bei der Glörtalsperre etwa ein Viertel der ursprünglichen Wasserfläche trocken

im Jahre	1907 . . .	261 Tage
	1908 . . .	231 „
	1909 . . .	181 „

etwa die Hälfte lag trocken

	1907 . . .	92 Tage
	1908 . . .	114 „
	1909 . . .	36 „

drei Viertel lagen trocken

	1907 . . .	30 Tage
	1908 . . .	61 „
	1909 . . .	16 „

Was der moderne Teichwirt zur Hebung der Produktivität seiner Teiche tut, wird in den Sperren durch die Schwankungen des Wasserspiegels von selbst erreicht. Der Boden der Uferflächen trocknet aus, Licht, Wärme und Kälte können auf ihn einwirken; er lockert sich wieder, unter Mitwirkung der Bakterien wird er aufgeschlossen und von neuem zur Bildung von Nahrung für die Organismen angeregt. Die Stärkung der Produktionskraft des Uferbodens durch Atmosphärilien- und Bakterienwirkung aber wird noch unterstützt durch die Pflanzendecke, die alljährlich die trocknenden Uferstriche, wenn auch nicht in ganzer Ausdehnung, so doch in großen Teilen überzieht. Die Wurzeln dieser Pflanzen helfen mechanisch bei der Aufschließung der oberen Bodenschichten. Vor allem aber bilden diese Pflanzen eine Menge organischer Substanz, die später, wenn das Wasser wieder steigt, der Tierwelt, die den Boden besiedelt, zugute kommt. Auch der Teichwirt bestellt ja nicht selten im Frühjahr den Teichboden mit Hafer und Klee und staut das Wasser dann im Juni oder Juli über dem frischen Grün an. Eine ganz bestimmte Flora von etwa 17 Arten, unter denen Polygonum persicaria, Gnaphalium uliginosum und Mentha arvensis die wichtigsten sind, siedelt sich auf den trocknenden Uferteilen an. All diese Pflanzen geraten beim Steigen des Stauspiegels unter Wasser, sterben ab, faulen und bilden so neue Nahrung für die Bodentiere der Talsperre. So wird die Produktivität der Talsperre durch das Trockenlegen großer Uferflächen sowie deren Bewachsung mit grünen Pflanzen bedeutend erhöht und auf diese Weise der Nachteil, den das Fehlen der vertikalen Ufergliederung mit sich bringt, zum Teil ausgeglichen.

III. Auch in thermischer Beziehung weist die Talsperre starke Unterschiede gegenüber dem natürlichen See auf. Im Sommer, wenn das leichtere warme Wasser über dem kälteren und schwereren Tiefenwasser schwimmt, herrscht in der Tiefe des Sees vollständige Ruhe. In den Talsperren dagegen fließt das Tiefenwasser ständig ab, die höheren Wasserschichten werden hinabgezogen, und an Stelle der sommerlichen Ruhe des natürlichen Sees müssen in der Talsperre stetig starke Vertikalströmungen vorhanden sein. Das hat eine doppelte Folge. In den tiefsten Seen unserer Breiten hat das Tiefenwasser eine sehr konstante Temperatur von etwa 4 °; in flacheren Seen (von etwa 50 m Tiefe) schwanken im Laufe des Jahres die Tiefentemperaturen zwischen 4 und 5 °, in noch flacheren (von etwa 20 m Tiefe) zwischen 2,5 und 8 °.

Noch größer müssen diese Schwankungen in allen Talsperren sein: denn hier fließt im Sommer das kältere, im Winter das wärmere Tiefenwasser durch das Ablaßrohr ständig ab, und so sinkt im Sommer das wärmere, im Winter das kältere Oberflächenwasser in die Tiefe, und die Gegensätze von Sommer und Winter werden bei den Talsperren auch im Tiefenwasser große. Von besonderer Bedeutung ist die Erwärmung der Sperrentiefe im Sommer. Wie verschieden sich Talsperren und in etwa gleicher Lage befindliche und gleich tiefe Seen in thermischer Beziehung verhalten, geht aus der folgenden Tabelle wohl unmittelbar hervor; die hier verzeichneten Temperaturen stammen sämtlich aus dem August 1910.

Eifelmaare			Talsperren		
Name	Tiefe in m	Temperatur °C.	Name	Tiefe in m	Temperatur °C.
Laacher See ...	53	5,7 °	Urftalsperre ...	50	7,1 °
Weinfelder Maar	51	5,0 °			
Schalkenmehrener Maar	21	5.75	Ennepetalsperre	23	13,9 °
			Hennetalsperre .	24	12,1 °
Holzmaar	20	6,1 °	Glörtalsperre ..	20	13.5
			Östertalsperre ..		13.7

Da weiterhin in den Seen im Sommer die Wassermassen der Tiefe ruhen und durch die höheren Schichten von der Atmosphäre abgeschlossen sind, so wird in vielen Seen im Sommertiefenwasser durch Oxydationsprozesse soviel Sauerstoff verbraucht, daß in diesen Tiefen eine äußerst geringe Sauerstoffmenge im Wasser gelöst ist. Der Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers kann weit unter 1 ccm pro Liter sinken, ja eventuell lassen sich sogar im Sommer nicht einmal Spuren Sauerstoff in der Seetiefe nachweisen. Anders in den Talsperren. Hier gelangt ja durch die Vertikalströmungen auch im Sommer stets frisches, stark durchlüftetes Oberflächenwasser in die Tiefe. Beides, Erwärmung und Durchlüftung des Tiefenwassers der Talsperren, begünstigt in hohem Maße die Entwicklung der Tiere am Grunde der Talsperren.

Wir haben nun leider keine exakten Methoden, um die Menge der Organismen, die etwa ein Quadratmeter Bodenfläche produziert, zu bestimmen. Es wäre von vornherein auch wahrscheinlicher, daß der Boden eines natürlichen

Sees produktiver sei als der einer Talsperre. Denn der Seeboden ist ja stets von Schlamm bedeckt; in den noch jungen Becken der Talsperren haben sich größere Schlammablagerungen in den meisten Fällen noch nicht bilden können.

Die Hauptmasse der Bodentiere unserer Seen wie der Talsperren sind Larven aus der Familie der Zuckmücken (Chironomiden). Diese verpuppen sich in der warmen Jahreszeit; die Puppe steigt zur Wasseroberfläche empor, die geflügelte Mücke schwingt sich in die Luft, die Puppenhaut aber bleibt an der Wasseroberfläche zurück. Wenn man nun etwa im August oder September jene leeren Puppenhäute von der Wasseroberfläche mit einem feinen Netze abfängt, so kann man sich ein ungefähres Bild von der Menge der in dem betreffenden Wasser tief am Grunde vorhandenen Larven machen. Und da scheint mir, wenn wir z. B. eine Talsperre und ein etwa gleichgroßes Eifelmaar vergleichen, die Massenentwicklung der Chironomiden in der Talsperre doch bedeutend größer zu sein als in dem natürlichen See. Man kann die Häute von der Oberfläche direkt „abschäumen" und bekommt sie so klumpenweise ins Netz; alle Spinnennetze am Sperrenufer sind von den Mücken erfüllt, jede Forelle, die man um diese Zeit fängt, ist vollgepfropft mit Chironomidenpuppen.

Wenn trotz des Fehlens oder der geringen Mächtigkeit von Schlammablagerungen in der Sperrentiefe der Talsperrenboden doch so ungeheuer produktiv, ja vielleicht sogar produktiver als der Grund eines natürlichen Sees ist, so sehen wir die Ursache hierfür vor allem in der allsommerlichen Durchwärmung und Durchlüftung der unteren Wasserschichten. — Es liegt nahe, anzunehmen, daß auch die vertikale Verteilung, die Schichtung der im Wasser suspendierten Organismen, des sogenannten Planktons, in der Talsperre eine andere sei als im See. Indessen haben sich bei eingehenden, speziell hierauf gerichteten Untersuchungen prinzipielle Unterschiede nicht ergeben.

Haben wir so im vorstehenden die hydrobiologischen Hauptcharakteristika der Talsperren kennen gelernt, so wollen wir nunmehr noch die Frage aufwerfen, woher die jetzt in den Talsperren vorhandene Tierwelt stammt. Drei Besiedelungsmöglichkeiten sind vorhanden.

Eine bestimmte Tierart kann aus dem Bache in die Sperre eingewandert sein oder sie lebte früher in Tümpeln, Teichen, also in stehendem Wasser, und diese Wasseransammlungen wurden nach Anlage der Sperre überstaut, oder aber sie lebte in entfernt gelegenen Gewässern und gelangte durch passiven Transport in die Sperre.

Betrachten wir den zweiten Fall zuerst. Besonders bei größeren Talsperren kommt es vor, daß alte Mühlteiche, Wiesentümpel u. dgl. im Bereich der Sperre liegen. In diesen Teichen lebte vor Anlage der Talsperre natürlich eine Fauna, wie sie kleineren stehenden Gewässern eigentümlich ist, und es ist sehr wohl möglich, ja fast sicher, daß diese Tierwelt in die Sperre mit überging. Doch läßt sich, wenn wir heute die Organismen der Talsperren untersuchen, auf keine Weise mehr feststellen, ob eine bestimmte Art früher schon im stehenden Wasser des Sperrengebietes heimisch war, oder ob sie aus Teichen anderer Gegenden passiv in die Talsperre verschleppt wurde.

Wohl aber läßt sich zeigen, welche Arten Sperren und Zuflußbäche gemeinsam haben, oder m. a. W., welche Glieder der Sperrenfauna aus den Zuflußbächen in die Sperren selbst eingewandert sein können.

Die Tierwelt der Bäche des Sauerlandes enthält (exklusive Chironomiden) etwa 186 Arten, die der Talsperren (exklusive Chironomiden sowie exklusive Planktonten!) 83 Arten; beiden gemeinsam sind 32 Arten. Die Chironomidenfauna der Bäche mag auf etwa 150 Arten geschätzt werden, in den Sperren wurden 42 Chironomidenarten sicher bestimmt; beiden gemeinsam sind 5 Arten. Sehen wir uns die Bach und Sperre gemeinsamen Arten nunmehr etwas näher an.

Zwei Hauptelemente bilden die Fauna der Bergbäche des Sauerlandes: 1. Weit verbreitete, anpassungsfähige Formen, „Kosmopoliten", Ubiquisten, die sich den verschiedensten Bedingungen des sie umgebenden Mediums anpassen können, und daher stehende wie fließende Gewässer, Ebene wie Bergland bewohnen, Wärme wie Kälte ertragen und oft auch, euryhalin, gegen Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung des Wassers unempfindlich sind. Ihrer Resistenz gegen äußere Einflüsse und zugleich ihrer meist leichten Verschleppbarkeit verdanken diese Formen ihre weite Verbreitung. 2. Ferner aber leben im Bergbach für das schnellfließende Bergwasser *typische* Arten. Sie sind meist stenotherme Kaltwassertiere, die größere Temperaturschwankungen nicht vertragen können; sie stellen hohe Ansprüche an den Sauerstoffreichtum des Wohnwassers und sind häufig an die extremen Lebensbedingungen der reißenden Strömung durch Besonderheiten im Körperbau (Abplattung, Klammerorgane usw.) vorzüglich angepaßt.

Augenscheinlich können die Organismen der zweiten Gruppe nur in Ausnahmefällen in das stehende Wasser der Talsperren übersiedeln, und so haben wir auch nur fünf solcher Tiere — selten und vereinzelt — in den Sperren angetroffen. Und diese versprengten Bachtiere waren solche, die wohl durch Abplattung usw. an das Leben in der Strömung angepaßt sind, nicht aber zu den stenothermen Arten gehören. Formen, die *zugleich* typische Strömungstiere *und* stenotherme Kaltwassertiere sind, gehen höchstens einmal im allerseltensten Ausnahmefall in die Sperren über.

Die übrigen Tiere, die Bach und Sperre gemeinsam haben, gehören zu den resistenten und anpassungsfähigen Ubiquisten, denen es gleichgültig ist, ob sie in fließendem oder stehendem Wasser leben, bei denen es also nicht auffällt, daß sie sowohl im Bergbach wie im Bergsee leben. Wenn aber auch diese Arten zugleich im Bach wie

in der Sperre leben, so ist damit durchaus nicht gesagt, daß sie aus dem Bache in die Sperre eingewandert sein *müssen*. Auch bei ihnen ist es sehr wohl möglich, daß sie aus entfernten Gewässern in die Talsperren passiv verschleppt worden sind.

Der Rest der Talsperrenfauna, der nicht in den Zuflußbächen vorkommt, darunter das gesamte Plankton (die Bäche sind plankton*frei*), ist aus anderen Wasserbecken, die mit den Sperren nicht durch Wasserwege verbunden sind, in die Sperren eingedrungen. Soweit es Insekten sind, können sie im aktiven Fluge die neugeschaffenen Gewässer aufgesucht haben; die übrigen Tierformen müssen ausschließlich passiv dahin transportiert worden sein, sei es durch den Menschen (viele Fische), sei es durch den Wind oder durch Wasservögel und Insekten. Welcher Vehikel sich die einzelnen Arten bedient haben und woher sie gekommen sind, läßt sich — außer bei den Fischen — natürlich nicht mehr feststellen. Wie wirksam und erfolgreich aber der passive Transport solcher Wassertiere ist, zeigt der Reichtum der Talsperrenfauna an Bodentieren wie an Planktonorganismen. Denn die Formen, die möglicherweise aus dem Bach direkt eingewandert sein können, treten quantitativ vollständig zurück gegen die Tiermengen, deren Existenz durch erstmalige passive Einschleppung bedingt ist.

Ist die Besiedelung der Talsperren schon beendet, sind schon konstante, stabile biologische Verhältnisse vorhanden? Sicher nicht! Aber erst eine Beobachtung der Sperren über längere Zeiträume kann eine bestimmte Antwort geben. Von größtem Interesse wäre es vor allem auch, das Gebiet einer Talsperre *vor* dem erstmaligen Stau genau zoologisch zu durchforschen und alsdann während des langsamen Ansteigens des Stauspiegels die allmähliche Besiedelung des neuen Beckens zu verfolgen. Noch stehen solche Untersuchungen aus; aber bei der großen Zahl der im Bau begriffenen oder doch geplanten Talsperren wird sich auch hierzu wohl einmal Zeit und Gelegenheit finden.

Literatur.

Kolkwitz, R., Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. Mitt. a. d. kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung 1911, Heft 15. (Hierin weitere Literaturangaben.)

Schneider, G., Das Plankton der westfälischen Talsperren des Sauerlandes. Archiv f. Hydrobiol. und Planktonkunde 1912, Bd. VIII.

Steiner, M., Die geographische Bedeutung der Talsperren. Zeitschrift f. Gewässerkunde Bd. X, Heft 4.

Thienemann, A., Hydrobiologische und fischereiliche Untersuchungen an den westfälischen Talsperren. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1911, Bd. 41, p. 535 bis 716. (Hierin weitere Literaturangaben. Die vorstehenden Darlegungen sind im wesentlichen ein Auszug aus dieser Arbeit.)

Thiesing, Chemische und physikalische Untersuchungen an Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. Mitt. a. d. kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung 1911, Heft 15.

Über die bei der Blütenbildung wirkenden mechanischen Faktoren.

Von Prof. Dr. Günthart, Leipzig.

(Schluß.)

II.

In welcher Weise erfolgt nun *die unmittelbare Einwirkung jener Kräfte auf das Gewebe des betroffenen Blütenteiles?* Es sind drei Fälle denkbar: Erstens eine einfache *weiche Deformation*, ein Zusammendrücken und Fälteln eines unelastischen Organes auf einen kleineren Raum. Ein derart deformiertes Gebilde müßte später auch leicht wieder in seine ursprüngliche Form ausgebreitet werden können. Dies ist aber bei den durch den Kelchdruck veränderten Organen nicht der Fall: sie brechen meist eher als daß sie sich wieder gerade strecken ließen. — Die zweite Möglichkeit wäre die *elastische Deformation*. Es kommt allerdings gelegentlich vor, daß Blütenteile bei Entfernen des hemmenden Kelchpanzers hervorquellen oder sogar in rascher Bewegung weit aus der Blüte heraustreten. Aber solche Fälle sind mehr oder weniger seltene Ausnahmen. Im allgemeinen behalten die deformierten Knospenteile auch

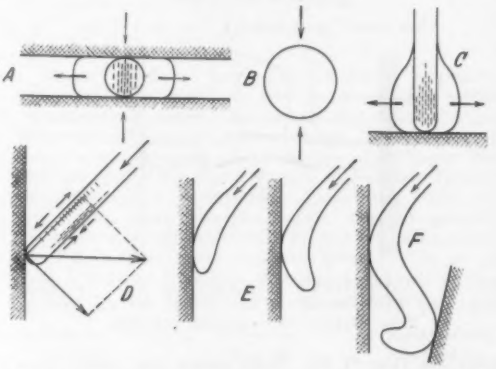


Fig. 11. Die gegenseitige mechanische Beeinflussung der Blütenteile. Erklärung im Text.

nach Entfernung der Kelchhülle ihre Gestalt. Die Deformation muß also während des Wachstums der Teile stattgefunden haben und durch das Wachstum selbst fixiert worden sein.

Daß eine solche *Wachstumsdeformation* möglich ist, ergibt sich aus den Arbeiten von *Kny*, die gezeigt haben, *daß die Zellscheidewände mechanisch beeinflußter Gewebe sich vorzugsweise in die Richtung des Druckes resp. senkrecht zur Richtung des Zuges einstellen.* Denken wir uns (Fig. 11 A) ein wachsendes Blütenorgan von runder oder zylindrischer Form zwischen zwei feststehende Hindernisse eingeschlossen, dieselben vielleicht am Anfang noch nicht berührend, so ist klar, daß von dem Augenblicke an, wo dieses Organ infolge seines allgemeinen Wachstums die beiden Hindernisse zu berühren beginnt, von diesen aus ein Druck ausgeübt wird, der nun das weitere Wachstum in dem Sinne beeinflußt, daß vorzugsweise in der Richtung der Druckkraft stehende Teilungswände eingeschaltet werden. Die Folge ist eine Verbreiterung des Organs nach beiden Seiten hin, also genau dasselbe Endergebnis, wie wenn ein Gebilde, das schon ursprünglich das jetzige Volumen gehabt hätte, rein mechanisch, ohne Wachstumserscheinung, auf die jetzige Gestalt deformiert worden wäre (Fig. 11 B).

Allerdings wäre in diesem Fall eine viel stärkere Kraft zur Deformation nötig gewesen; in Wirklichkeit erfolgt die Deformation durch Summation kleinster Kräfte, erhebliche Spannungen treten dabei gar nicht auf.

In entsprechender Weise entstehen die übrigen Wachstumsdeformationen: kolbenförmige Anschwellungen und Verknöpfungen, Biegungen und Fältelungen, die oft die Bildung von Kanälen zur Folge haben, die von den Insekten zur Einführung ihres Saugapparates benützt werden, Torsionen, wie die geschilderten Staubblattdrehungen der Cruciferen. Ein zylindrisches Gebilde wird an seinem Ende von dem Momente an, in welchem es auf ein ruhendes oder entgegenbewegtes Hindernis stößt, infolge der Einschaltung von Zellwänden in der Druckrichtung, kolbig verbreitert (Fig. 11 C). Auf ein Kronblatt, das in schiefer Richtung einem Hindernis entgegenwächst (Fig. 11 D), wird vom selben Augenblicke an eine Kraft einwirken, deren eine Komponente ein Biegungsmoment hervorruft, welches sich bekanntlich dadurch manifestiert, daß an der Oberseite eine Zugkraft, unten ein Druck entsteht. Oben müssen sich also die neuen Zellscheidewände quer stellen, unten dagegen in die Längsrichtung, was eine relativ stärkere Verlängerung der Oberseite und damit eine Biegung des Organs sowie eine Anschwellung der Unterseite zur

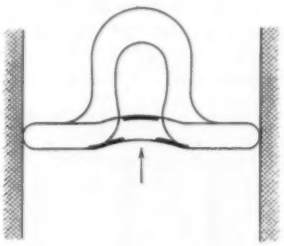


Fig. 12. Automatisches Weiterwachsen einer Deformation. Der Pfeil bezeichnet den Druck, der die anfängliche geringe Deformation erzeugte.

Folge hat (Fig 11 E). Steht rechts eine andere feste Wand und wird das Blatt durch fortgesetztes Wachstum der hinteren Region noch weiter gegen das Hindernis hingeschoben, dann resultieren Formen, wie sie in Fig. 11 F dargestellt sind, und wie sie im feineren Bau der Phanerogamenblüte außerordentlich häufig vorkommen.

Die erste Folge eines auf ein blattförmiges Gebilde seitens irgendeines benachbarten wachsenden Blütenteiles ausgeübten Druckes ist eine Wachstumdeformation, die in der beschriebenen Weise durch verstärktes Flächenwachstum an den in Fig. 12 stark ausgezogenen Stellen erfolgt. Wenn nun auch das drückende Organ sich nicht weiter ausdehnt, die Kraft also nicht weiter auf das Blattorgan einwirkt, so muß die entstandene Vorwölbung sich *doch noch weiter ausbilden*, sobald nur das Blatt infolge allgemeinen Wachstums sich weiter in die Fläche ausdehnt und zu beiden Seiten irgendwelche Hindernisse eine weitere Ausbreitung verhindern, wie dies ja natürlich in der geschlossenen Knospe meist der Fall ist. Denn jeder weitere Flächenzuwachs zwingt das Blatt zunächst rein mechanisch zu einer Vergrößerung der Ausbiegung, und diese stärkere Ausbiegung wird dann sofort durch erhöhtes Flächenwachstum an den angegebenen Stellen neuerdings fixiert. So entstehen, sozusagen automatisch, oft wahre Hypertrophien, wie wir sie z. B. in der Blüte der Dicentra beobachteten, gewaltige Vorwölbungen, die uns zunächst überraschend erscheinen, weil sie mit den Blütenteilen, deren mechanischer Einwirkung sie ihr Entstehen verdanken, gar nicht mehr in räumlichem Kontakte stehen. Vor allen Dingen entstehen aber auf diese Weise die *Kronverschlüsse* einer Linaria und ähnlich gebauter Blüten und wohl ein sehr großer Teil der *Kelch-* und *Kronsporne*. Oft ist es, wie bei Dicentra, der Fruchtknoten, der den ersten Anstoß zur Spornbildung gibt, oft sind es die Staubbeutel, wie bei Valeriana oder die Filamente, wie wahrscheinlich bei Viola. In manchen Fällen liegt die Ursache im Kelch selbst, wie bei den Cruciferen, in andern wieder geht sie von den Nektarien aus, die sich sonst in der Blütenentwicklung durchaus passiv verhalten, nämlich dann, wenn dieselben ausnahmsweise früh angelegt werden.

*

Mit der bloßen Feststellung einer gegenseitigen mechanischen Beeinflussung der Blütenteile ist nun allerdings für die Erkenntnis der tieferen Ursachen der Blütengestaltung noch recht wenig getan. Wir müssen uns vor allen Dingen fragen, *von welchen Blütenteilen nun eigentlich die gestaltende Kraft ausgeht und welche andern Organe bloß passiv umgebildet werden*. Diese Frage läßt sich beantworten durch vergleichende Beobachtung der Blütenteile während ihrer Entwicklung. Es läßt sich feststellen, daß außer den Staubbeuteln und dem festgefügten Kelchgewölbe namentlich der Stempel durch die verschiedene Gestalt seines Querschnittes aktiv wirkt. Passiv sind dagegen die Filamente, die Petalen und namentlich die Nektarien. Durch vergleichende Beobachtung mit dem Ziele der Aufstellung von Reihen nach dem Grade der Aktivität gelangen wir schließlich zu *letzthin aktiven Merkmalen*, die nun, als nicht weiter mechanisch beeinflußt, den vererbten Charakter der Blüte und ihre Verwandtschaft mit andern am klarsten zum Ausdruck bringen, die demnach als wertvolle *Hilfsmittel der Systematik* dienen können. Es führt zu nichts, wenn ein beliebiges Merkmal der Blüte, sei es nun die Narbengestalt oder die Zahl und Stellung der Nektardrüsen, herausgegriffen wird: ein darauf errichtetes System wird immer ein sehr „künstliches" sein. Nur ein genaues Studium der Entwicklungsgeschichte, das darauf ausgeht, die mechanische Beeinflussung der Blütenteile festzustellen und so endlich die mechanisch nicht weiter beeinflußten, die letzthin aktiv formbildenden Merkmale zu isolieren, hat Aussicht, dem hohen Ziel einer natürlichen Gruppierung der Gewächse näher zu kommen. Die Anwendung dieser Grundsätze auf die Systematik der Cruciferen hat recht brauchbare Ergebnisse gezeitigt, trotzdem diese Anwendungen auf Systematik gewissermaßen nur ein Nebenprodukt meiner Untersuchungen waren. In meiner blütenbiologischen Monographie der Gattung Arabis habe ich dann die dargelegten Prinzipien auch auf die Artgruppierung angewendet. Hier erwiesen sie sich namentlich fruchtbar. Die so gewonnene Artgruppierung zeigte auffallende Übereinstimmung mit Systemen, die auf ganz anderen Einteilungsprinzipien beruhen, z. B. mit der Einteilung *Prantls* und dem auf dem Vorkommen von Myrosinzellen basierenden System *Schweidlers*.

*

Zum Schlusse noch ein Wort über die *ökologische Bedeutung* dieser Dinge: Von allen Anpassungserscheinungen haben wohl stets diejenigen in der Blütenregion am meisten interessiert, weil hier der zweckmäßige Charakter der Anpassung besonders klar in Erscheinung tritt. Man kann nun bei den Blüten vielleicht ganz gut von einer inneren und einer äußeren Anpassung sprechen. Die *innere Anpassung:* das wundervolle Ineinandergreifen all jener Falten, Zähne und Verknöpfungen, das

diese Vorrichtungen eben erst funktionsfähig macht, ist das, was namentlich unser Staunen erregt. Sie ist aber doch lediglich die Folge der durch den Knospendruck hervorgerufenen Deformation der Blütenteile. Wir müssen hier noch bedenken, daß Blütenteile, die in der Knospe dicht über- oder nebeneinander lagen, durch späteren ungleichen Längenzuwachs weit auseinandergerückt werden können. Wenn sie dann trotz ihrer Entfernung noch gewisse räumliche und gestaltliche Übereinstimmungen aufweisen, so kann uns das nicht wundern. So wird ein Sporn, wenn seine erste

Fig. 13. Das Gesetz von *Jordan:* die Honigdrüsen liegen im Grunde der „Blüteneingänge". Bei *a* und *b* benachbarte Blütenteile, Petala, Filamente usw., *N* ringförmige Honigdrüse. Das Staubblatt ist in seiner Knospengestalt und auch in der definitiven Form gezeichnet.

Anlage durch Druck eines Staubblattprimordiums entstanden ist und dieses selbe Staubblatt nach seiner späteren Streckung eine Beutelhöhle in der Blüte zurückgelassen hat, doch selbstverständlich in seiner Lage mit dieser Beutelhöhle, die dann später als Blüteneingang dient, eine räumliche Übereinstimmung zeigen. So erklärt sich auch der Satz von *Jordan*, der uns zunächst auffallend genug erscheinen mag: daß nämlich die Honigdrüsen der Blüten gerade unter den Röhren und Kanälen liegen, die den Besuchern als Zugänge dienen: Die Nektarien sind, wie schon *Bayer* betonte, die passivsten Teile der Blüte. Sie bilden sich da, wo auf dem Blütenboden noch genügend Raum disponibel ist. Das ist namentlich um die Staubblätter herum der Fall, denn diese Partien des Blütenbodens werden von den früh entwickelten Beuteln überwallt und so vor jedem Druck seitens anderer Blütenteile bewahrt. Werden die Beutel später durch Filamentstreckung gehoben, so ist es klar, daß die von ihnen zurückgelassenen Beutelhöhlen, eben jene oft sehr langen röhrenförmigen Blüteneingänge, direkt über den Drüsen liegen müssen (Fig. 13).

Als *äußere Anpassung* können wir nun die Tatsache bezeichnen, daß diese Blütenplastik, das fertige Ergebnis mechanischer Beeinflussung der einzelnen Organe, nun auch wirklich dem Körper des besuchenden Insektes angepaßt ist. Nun zeigt zunächst ein etwas genaueres Zusehen, daß dies selbst bei höchst organischen Blumen durchaus nicht so häufig der Fall ist, wie man bisher geglaubt hat. Neben den viel bewunderten Zweckmäßigkeiten im Blütenbau kommen auch sehr viele nutzlose, ja sogar entschieden schädliche Merkmale vor: fehlender Nektarschutz, Vorrichtungen, die von den in Betracht kommenden Besuchern gar nicht mehr in Bewegung gesetzt werden können, ja ich neige zu der Ansicht, daß diese Merkmale im ganzen ebenso häufig sind wie die zweckmäßigen!

Dann würde sich eines der schwierigsten Probleme, das Problem der Zweckmäßigkeit des Blütenbaues, sehr einfach durch Zurückführung auf zwei Erscheinungen lösen lassen: auf die mechanisch bedingte innere Anpassung der Teile und auf Selektion: die besuchenden Insekten verstehen es eben, die durch die Entwicklungsgeschichte fest gegebenen Vorrichtungen der Blüte zu benutzen und diejenigen Blüten auszuwählen, die ihren Körperformen zusagen. Diejenigen Blumengestalten aber, die so unzweckmäßig aus der Knospenentwicklung hervorgehen, daß erfolgreicher Insektenbesuch schlechterdings nicht mehr möglich ist, werden auf dem Wege der Selektion ausgemerzt. Ich wage es nicht, diese Auffassung als meine feste Überzeugung zu bezeichnen, bevor ich noch mehr Erfahrungen über die Entstehung und die Funktion der Phanerogamenblüte gesammelt habe, aber ich glaube doch, dargetan zu haben, daß das Studium der mechanischen Faktoren, welche die Blütenbildung beeinflussen, sehr wohl geeignet ist, auch die schwierige Frage der organischen Anpassung, wenn dieselbe mit reulen Mitteln überhaupt lösbar ist, ihrer Lösung einen Schritt näher zu führen.

Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung.

Von Prof. Dr. Adolf Steuer, Innsbruck.

(Schluß.)

Wenn bisher von Phytoplankton gesprochen wurde, so waren damit nur jene verhältnismäßig großen Planktonalgen gemeint, welche mit den üblichen feinen Seidennetzen gefangen werden können; wir rechnen sie daher zum Netzplankton. Vor nicht allzu langer Zeit hat uns aber *Lohmann* mit einer ungeahnten Formenmannigfaltigkeit allerkleinster Planktonten, mit den sog. Zwerg- oder Nanoplanktonten, bekannt gemacht, die wegen ihrer Kleinheit beim Fischen mit Seidennetzen die Netzmaschen leicht passieren können. Um sie zu fangen, müssen besondere Methoden angewandt werden (Filtration und Zentrifugieren des Seewassers).

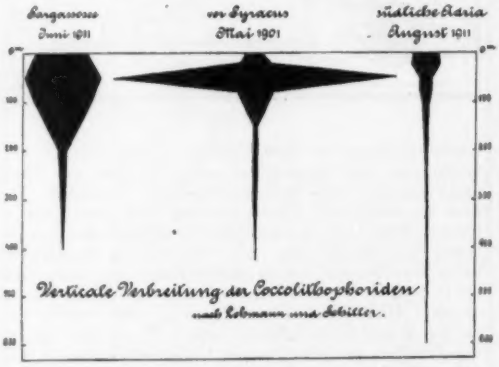


Fig. 11.

Nach den im Süßwasser gemachten Erfahrungen war die Erwartung berechtigt, in der Adria werde der vorerwähnte verhältnismäßige Mangel an Netzphytoplankton durch um so größere Mengen von Nanoplankton reichlich aufgewogen. *Schiller* kam aber zu dem befremdenden Resultat, daß das Nanoplankton in der adriatischen Hochsee genau so spärlich vorhanden ist wie das Netzplankton (Fig. 11). Die häufigsten Komponenten des adriatischen Nanoplanktons sind die schon eingangs (vgl. Fig. 2, 3) erwähnten Coccolithophoriden, eine

artenreiche Gruppe beschalter Flagellaten, von denen die ersten Arten im Adriaplankton erst vor 10 Jahren von mir beobachtet wurden.

In der oberflächlichen Nährschicht finden sich neben Algen auch bereits tierische Planktonten. Man hat all diese, größtenteils kleinen, nur in der obersten, hell beleuchteten Meeresschicht lebenden Planktonten wohl auch Phaoplanktonten genannt und unterscheidet Phaoplanktonten der Hochsee und solche der Küstenregion, oder ozeanische und neritische Phaoplanktonten. Zahlreiche Tiere, welche im erwachsenen Zustande auf dem Meeresgrunde oder knapp über demselben, zumeist in Küstennähe, leben, verbringen ihre Jugend als neritische Planktonten (Larven von Krebsen, Würmern, Echinodermen, Eier und Larven vieler Fische). Um die Ausbreitung der neritischen und ozeanischen Phaoplanktonten in den einzelnen Jahreszeiten genauer kennen zu lernen, stellte ich nach den schon an Bord ausgeführten

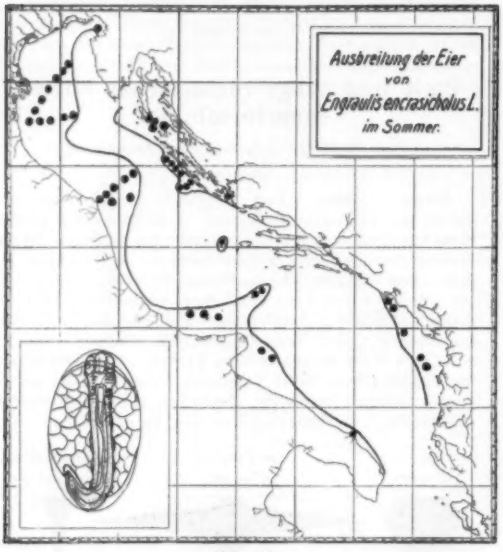


Fig. 12.

Untersuchungen der vorerwähnten „Stundenfänge" Verbreitungskarten charakteristischer Vertreter des Phaoplanktons her. Aus ihnen ist folgendes zu ersehen. Die Eier der bekannten Anchovis finden sich immer nur in Küstennähe; dort also sind die Laichplätze dieser wertvollen Speisefische (Fig. 12). Wo wir im Flachwasser keine Eier fanden, waren sie entweder von dem nordwärts ziehenden Hochseestrom fortgeschwemmt (istrianische Küste), oder aber wir waren nicht nahe genug an die Küste herangefahren, wie z. B. in der Gegend von Brindisi, wo (nach meinen Untersuchungen aus dem Jahre 1905) Anchovis sicher laichen. An den Larven der Heuschreckenkrebse (Fig. 13) läßt sich sehr schön verfolgen, wie die jüngsten Stadien im Frühling im Küstenwasser auftreten und erst später im Sommer die heranwachsenden Larven sich auch über die Hochsee ausbreiten. Von den beiden marinen Cladozeren-Gattungen *Podon* und *Evadne* ist die erstere ausgesprochen neritisch, während unter den *Evadne*-Arten die gemeinste *Evadne spinifera* sich am weitesten auf die offene See hinauswagt (Fig. 14).

Der Lebenszyklus dieser Krebschen verläuft bekanntlich so, daß nach meist sehr vielen parthenogenetischen Generationen (während welcher somit die reiche Nachkommenschaft der Weibchen immer nur aus unbefruchteten Eiern [Subitaneiern] hervorgeht) plötzlich Männchen auftreten. Die nach erfolgter Begattung aus dem

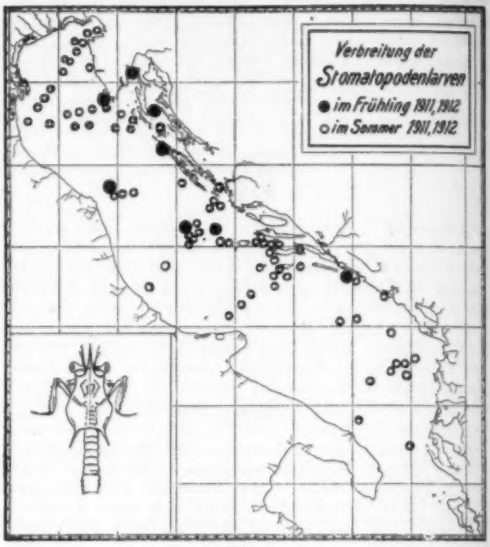


Fig. 13.

Brutraum der Weibchen austretenden „Dauereier" sinken zu Boden und erst nach kürzerer oder längerer Zeit, während welcher die Elterntiere längst abgestorben sind, schlüpfen aus den Dauereiern junge Krebschen, die sich,

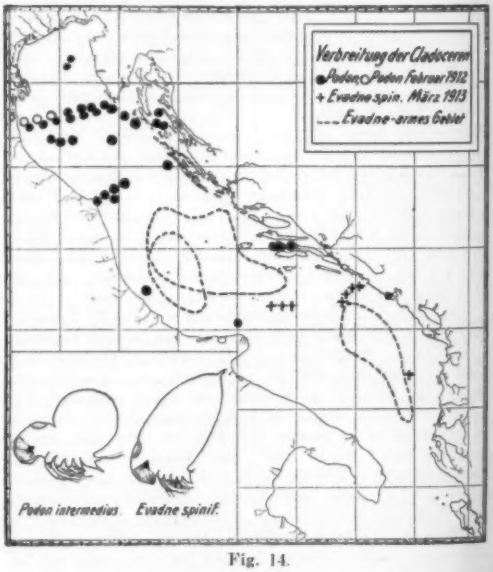


Fig. 14.

herangewachsen, zunächst wieder nur parthenogenetisch fortpflanzen. Jede der adriatischen Cladozerenarten hat nun eine mehr oder minder bestimmte, zeitlich beschränkte Schwärmzeit. Nach den sorgfältigen Unter-

suchungen unserer Schülerin *B. Kajdiš* (Fig. 15) können wir mitten im Winter in größter Volkszahl *Podon intermedius* antreffen, während in das erste Frühjahr die Schwärmzeit der *Evadne nordmanni* fällt; beide Tiere

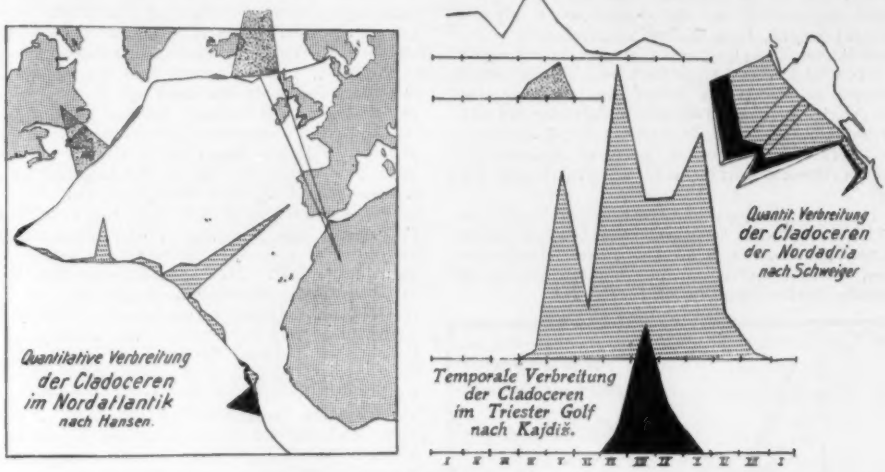


Fig. 15.
Podon intermedius (weiß), Evadne nordmanni (punktiert), Evadne spinifera (schraffiert), Evadne tergestina (schwarz).

bewohnen im Atlantischen Ozean die kalten Nordströme, während die typische Warmwasserform des Atlantik, *Evadne tergestina*, auch im Triester Golf nur in der wärmsten Jahreszeit erscheint. *Evadne spinifera*, die

unserer Schülerin *L. Schweiger* geglückt wäre, unter wohlgezählten 2154 Weibchen eines mit einem Dauerei zu finden; und dieses eine Exemplar stammte bezeichnenderweise aus dem Quarnero, der, wie früher schon

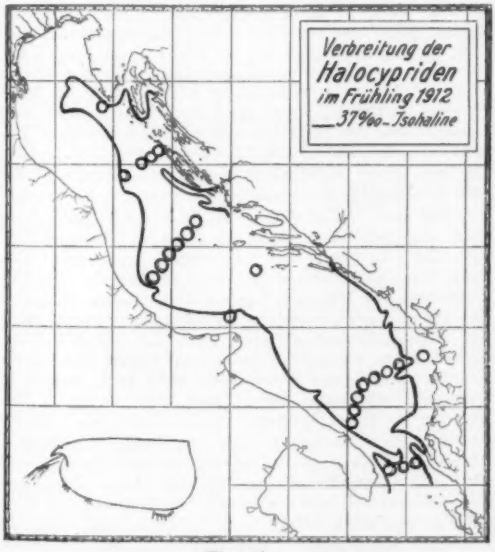


Fig. 16.

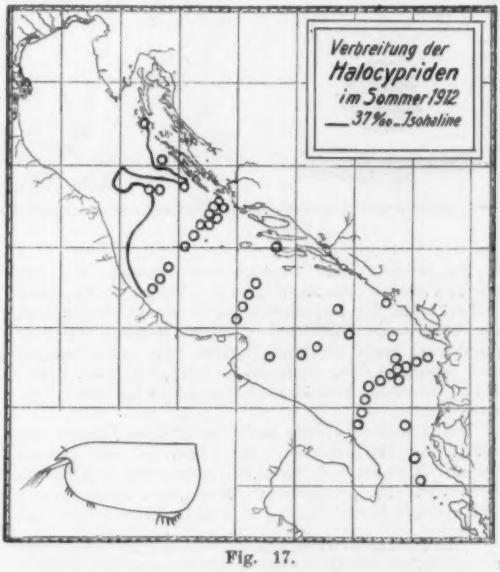


Fig. 17.

eingangs erwähnte Charakterform der Sargassosee, ist auch in der Adria die häufigste Cladozere und fehlt nur im strengsten Winter. Im ersten Frühjahr kann man beobachten, wie sie durch das Hochseewasser aus dem

erwähnt wurde, biologisch eine Sonderstellung einnimmt.

Als Beispiel rein ozeanischer Phaoplanktonten mögen Muschelkrebse aus der Gruppe der Halocypriden namhaft gemacht werden (Fig. 16, 17). Die Beobachtungen

im Frühling und Sommer 1912 zeigen, daß sie sich streng an das salzreiche Hochseewasser halten und daß ihrer Ausbreitung die 37 ‰-Isohaline eine Grenze setzt. Wir sehen auch, daß das Hochseewasser und mit ihm die Verbreitungsgrenze der Muschelkrebse im Frühling weiter nordwärts reicht als im Sommer. Erst im Winter, bei maximaler Ausbreitung des Mittelmeerwassers, pflegen die Halocypriden im Triester Golf zu erscheinen[1]).

Ebenfalls zum Phaoplankton zu rechnen ist die eigenartige Lebewelt der sog. Tierströme oder Zoocorrenten, die indessen in der Adria bisher nur während der *Virchow*-Fahrten im Jahre 1909 von *B. Schröder* und mir genauer untersucht wurde; ein weiteres Ergebnis dieser Fahrt ist ferner das erstmalige genauere Studium des adriatischen Brackwasserplanktons im Prokljansee bei Sebenico.

Unterhalb der phaoplanktontischen Zone, bis etwa zu 500 m Tiefe breitet sich das Knephoplankton aus. Dahin gehören nach *Lo Bianco* z. B. die Eier eines Tiefseefisches *Macrurus*, dessen entsprechend beschränkte Verbreitung die folgende Kartenskizze vorführt (Fig 18).

Fig. 18.

Ein Tiefsee- oder Skotoplankton endlich, das von 500 m Tiefe bis zum Meeresgrunde lebt, wurde eigentlich erst während der Najade-Fahrten in unserer Adria festgestellt. Große Radiolarien, eine Meduse *Aegineta flavescens*, große knallrote Krebse, wie *Acanthephyra* und *Gennadas*, die Tiefseefische *Argyropelecus*, *Cyclothone*, *Omosudis*, *Stomias* sind Charaktertiere dieser Tiefseeregion.

Das Plankton erfüllt nicht in gleicher Dichte das adriatische Hochseewasser bis hinab in die tiefsten Zonen. Es findet sich vielmehr, namentlich deutlich im Südbecken, eine planktonarme Mittelzone, deren Wasser sich vielfach durch höhere Temperatur, Salzreichtum und Sauerstoffmangel auszeichnet. Das ist offenbar das in die Tiefe abgesunkene Oberflächenwasser des östlichen Mittelmeeres, das teilweise nach der Adria, hauptsächlich nach dem westlichen Mittelmeer abfließt (vgl. Fig. 6). Vielleicht wird sich aus diesen hydrographischen Verhältnissen, die von der dänischen *Thor*-Expedition und dem österreichischen Ozeanographen Prof. *Grund* klargestellt wurden, die auffallende Planktonarmut der erwähnten Mittelzone in der Adria ableiten lassen.

Noch eine andere interessante Frage mag kurz gestreift werden, ich meine die Frage der sog. Borealtypen in der Adria. Die *Virchow*-Fahrten haben ergeben, daß in den kühlen, ausgesüßten Küstenwässern der Nordadria gewisse Krebschen leben, deren Heimat in den Nordmeeren zu suchen ist. Da die Deutung, die wir im Anschlusse an den Agramer Zoologen *L. Car* diesen Funden gaben, angezweifelt wurde, hat unser Schüler, Herr *F. Früchtl*, diese Borealtypen oder Glazialrelikte abermals genauer nach dem Materiale der letzten *Virchow*-Fahrt untersucht. Zählungen der einzelnen Individuen haben bewiesen, wie sehr besonders eine der Arten in ihrer Verbreitung auf ein bestimmtes Wohngebiet angewiesen ist. *Früchtl* konnte auch bestätigen, daß die Borealtypen richtige Zwergformen sind, während die übrigen adriatischen Planktonkopepoden bald ebenfalls auffallend kleiner, bald gleich groß sind wie die anderswo gefischten Individuen derselben Art. Auffallenderweise sind nur die nordadriatischen Kopepoden in der Mehrzahl kleiner. Es liegt die Annahme nahe, daß die Zwergformen Stämmen angehören, die schon längere Zeit, vielleicht durch viele Generationen, dort leben, wo sie gefunden wurden, während die großen Individuen erst kürzlich aus dem Süden eingeschwemmt wurden. Dieser Import vollzieht sich — bei gewissen Arten zum mindesten — in mehrjährigen Intervallen. So nahmen z. B. die schon früher erwähnten Cymbulien seit dem Jahre 1909 ständig an Zahl ab und sind gegenwärtig aus der ganzen Adria verschwunden.

Da diese Flügelschnecke bisher nur im westlichen Mittelmeer und in der Adria gefunden wurde, könnte man annehmen, daß im letzten Jahre abnorm viel Wasser aus dem (planktonarmen) Ostbecken in die Adria floß. Allein nach freundlicher Mitteilung des Kollegen *Cerruti* ist *Cymbulia* auch im Neapler Golf in den letzten zwei Jahren nur in geringer Zahl gefunden worden. Wir ersehen aus diesem einen Beispiel, wie notwendig synchrone, durch längere Zeit fortgeführte biologische Beobachtungen im Mittelmeerbecken wären.

Mit dem Verschwinden des einen Pteropoden ging eine allgemeine Verarmung des gesamten Adriaplanktons parallel. Es wäre nun interessant, den Moment festzustellen, wann und unter welchen äußeren, meteorologischen und hydrographischen Bedingungen die Neubesiedelung wieder einsetzt. Da derartige Schwankungen im Planktongehalt offenbar auch die Ergebnisse der praktischen Fischerei beeinflussen (statistische Daten darüber liegen mir leider noch nicht vor), hätte eine weitere Verfolgung dieser Frage wohl mehr als rein wissenschaftliches Interesse.

Trotzdem scheint mir eine Ausdehnung der Terminfahrten auf weitere Jahre, wie beabsichtigt ist, vollkommen unökonomisch, solange das bisher gesammelte riesige Material nicht annähernd vollständig und sorgfältig bearbeitet ist[1]).

Und damit kommen wir zum wundesten Punkt der ganzen offiziellen Adriabiologie. Seit dem Sommer des Jahres 1894, als S. M. S. *Pola* zur Vornahme hydrographi-

[1]) Bedauerlicherweise sind die von mir im Jahre 1899 inaugurierten kontinuierlichen Planktonuntersuchungen an der Triester zoolog. Station nicht als obligate Arbeiten dieses Institutes eingeführt worden; sie wären gerade während der Terminfahrten eine willkommene Ergänzung der auf den Fahrten gesammelten Beobachtungen.

[1]) Zur Ausfüllung der Lücke in den Beobachtungen würden kurze Rekognoszierungsfahrten mit irgendeinem kleineren Dampfer ausreichen.

Übersicht über die Bearbeitung des auf 28 Forschungsfahrten in der Adria gesammelten Planktonmateriales.

Deutschland		Österreich		
Plankton-Expedition in den Atlantik 1889 (als Muster)	8 „Virchow"-Fahrten 1907, 1909, 1911 deutsche zoolog. Station Rovigno	1 „Pola"-Expedition 1894 k. Akademie d. Wissensch. Wien	13 „Argo"-Fahrten 1904—1907	11 „Adria"-Fahrten 1908—1910
			Verein z. Förderg. d. natw. Erforschg. d. Adria Wien[1])	
Bakterien				
Schizophyceen	B. Schröder, Breslau			
Bacillariaceen	B. Schröder, Breslau			
Silicoflagellaten	B. Schröder, Breslau			
Peridiniales	B. Schröder, Breslau			
Pyrocysteen	B. Schröder, Breslau			
Flagellaten	B. Schröder, Breslau			
Chlorophyceen	B. Schröder, Breslau			
Radiolarien	G. Stiasny, Triest-Wien			
Foraminiferen	G. Stiasny, Triest-Wien			
Tintinnen	H. Laackmann, Leipzig-Posen			
andere Infusorien	O. Schröder, Heidelbg.			
Anthozoen				
Acalephen				
Hydromedusen	V. Neppi, Triest			
Siphonophoren				
Ctenophoren				
Echinodermenlarven				
Turbellarien				
Chaetognathen		Ritter-Zahony, Wien-Görz		
Pelag. Würmer				
Pelag. Wurmlarven	G. Stiasny, Triest-Wien			
Ostracoden	L. Schweiger, Innsbr.			
Copepoden	A. Steuer, Innsbruck	A. Steuer, Innsbruck		
Amphipoden	A. Steuer, Innsbruck			
Cladoceren	L. Schweiger, Innsbr.			
Cirripedien				
Isopoden				
Cumaceen				
Stomatopodenlarven	A. Steuer, Innsbruck			
Decapoden u. Schizopoden		T. Adensamer, Wien		
Halacarinen				
Muschellarven				
Schneckenlarven		A. Oberwimmer, Wien		
Heteropoden	J. Kalkschmid, Innsbr.	A. Oberwimmer, Wien		
Pteropoden	A. Steuer, Innsbruck	A. Oberwimmer, Wien		
Cephalopoden				
Appendicularien	E. Übel, Innsbruck			
Thaliaceen u. Pyrosomen	A. Sigl, Innsbruck	A. Sigl, Innsbruck		
Fische				

——— Publikationen über vollständig, ····· teilweise bearbeitete Gruppen.

[1]) Siehe Anm. 1 Seite 1174, Sp. 1.

scher und biologischer Forschungen in der Adria kreuzte, wurden in diesem Gebiete mehrfach größere und kleinere Fahrten unternommen, auf welchen mehr oder minder eifrig gefischt worden war, namentlich Plankton, und die Intensität, mit der die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Materials betrieben wurde, mag uns als Maßstab dienen für die Leistungen der adriatischen Hydrobiologie überhaupt. Wie es mit der durch Publikationen beglaubigten Bearbeitung des seit dem Jahre 1894 bis zum Beginn der italienisch-österreichischen Terminfahrten von 4 Schiffen auf 28 Fahrten in der Adria gefischten Planktonmaterials aussieht, zeigt die vorstehende Tabelle[1]).

Es wäre ohne Zweifel naheliegender und weit ökonomischer gewesen, wenn man von österreichischer Seite zunächst für die Aufarbeitung des brachliegenden, älteren biologischen Materials Vorsorge getroffen hätte, statt um unverhältnismäßig viel Geld wieder nur noch weiteres Material zusammenzufischen, dem das gleiche Schicksal droht.

Daß man auch heute noch willige Spezialforscher findet, welche trotz des allgemeinen Materialüberflusses Bearbeitungen übernehmen, beweisen die Ergebnisse der von der deutschen zoologischen Station in Rovigno unternommenen *Virchow*-Fahrten in der nördlichen Adria, worüber bereits 15 Spezialuntersuchungen vorliegen. Und daß man nicht gerade auf die Anteilnahme von Montenegrinern und Türken[2]) zu rechnen braucht, daß sich in Österreich noch gegenwärtig, besonders unter der akademischen Jugend, Biologen finden lassen, die zu ehrlicher Mitarbeit stets gerne bereit sind, davon zeugt die stattliche Zahl einschlägiger Abhandlungen der Mitglieder jenes zoologischen Instituts, dem anzugehören ich die Ehre habe.

Es war naheliegend, bei der wissenschaftlichen Bearbeitung hydrobiologischer Fragen in erster Linie an die Mithilfe der zoologischen Stationen zu denken. In unserem Arbeitsgebiete ist leider von dieser Seite gegenwärtig nicht viel zu erwarten, da das wissenschaftliche Personal durch administrative Sorgen oder geschäftliche Verpflichtungen allzusehr von intensiver wissenschaftlicher Arbeit abgehalten zu sein scheint. In Deutschland ist für die Bearbeitung des auf den Terminfahrten in deutschen Meeren gesammelten Materials ein besonderes, selbständiges Laboratorium, und zwar in Kiel eingerichtet worden, und Ähnliches würde sich auch in Österreich mit geringen Kosten erreichen lassen. Daß man auch, wenn man will und kann, mit sehr bescheidenen Mitteln Bedeutendes zu leisten vermag, lehrt *Wesenberg-Lunds* Laboratorium in Frederiksdal in Dänemark. Aus diesem winzigen Holzgebäude, dem einstigen Decklaboratorium des dänischen Expeditionsschiffes „Ingolf", sind wohl die schönsten hydrobiologischen Arbeiten der letzten Zeit hervorgegangen, — freilich nicht gerade deshalb, weil *Wesenberg-Lund* mit so bescheidenen Mitteln arbeiten mußte, sondern obwohl er keinen ausreichenden wissenschaftlichen Apparat zur Verfügung hatte. So wie jenes Laboratorium des bedeutenden dänischen Hydrobiologen nach seinen Leistungen als Musterinstitut dienen sollte, möchten wir auch die mehrfach erwähnte dänische Mittelmeerexpedition des „*Thor*" nach den von ihr erzielten wissenschaftlichen Erfolgen als mustergültig hinstellen. *J. Schmidt* hatte z. B. in stiller, gediegener Gelehrtenarbeit die schwierige Aalfrage im Mittelmeergebiet in glänzender Weise bereits gelöst, als die zwei staatlichen Adriakommissionen auf einer Konferenz in Monaco den Fragen der praktischen Fischerei und darunter auch dem Problem der Aalbiologie eben erst näher zu treten trachteten.

Die Bedeutung, welche hydrobiologische Forschungen für die praktische Fischerei — unter gewissen, unerläßlichen Vorbedingungen — erlangen können, ist oft erörtert worden. Die für die Praxis verwendbaren Ergebnisse mariner Forschung sind ja gewissermaßen die vielversprochenen Zinsen[1]) der oft sehr bedeutenden Kapitalien,

[1]) Diese Tabelle bedarf keiner weiteren Erklärung; im Gegensatz zu ihr scheinen die im folgenden wörtlich angeführten Behauptungen zu stehen:

„Das reiche Material dieser und der früheren Fahrten („Argo"-Fahrten) ist großenteils bereits verarbeitet und es befinden sich die betreffenden Publikationen in Vorbereitung" (5. Jahresbericht des unter dem Protektorate Sr. k. u. k. Hoheit des Herrn Erzherzogs *Franz Ferdinand* von Österreich-Este stehenden „Vereines zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria" in Wien 1907, S. 6. Vgl. außerdem die auf die Bearbeitung des Planktonmaterials und ihre Publikation bezüglichen Behauptungen *C. I. Coris* ebenda, 2. Jahrg. 1905, S. 25; 3. Jahrg. 1906, S. 16; 5. Jahrg. 1907, S. 14.)

„Auf diesen ersten Fahrten („Argo"-Fahrten) wurden nicht weniger als 340 Planktonproben gewonnen, die später der zoologischen und botanischen Bestimmung unterworfen wurden. Aber auch die organische Welt des Meeresgrundes wurde durch Schleppnetzzüge emporgebracht, wissenschaftlich bestimmt und bildete gute Bausteine zur Kenntnis des adriatischen Benthos . . ."

„Die biologischen Ergebnisse (der „Adria"-Fahrten) liegen in mehreren Einzelberichten vor, harren aber noch der einheitlichen Zusammenfassung." *(Wiesner J. v.*, Österreichische Adriaforschung, in: Österr. Rundschau Bd. 35, Heft 3, 1913, sowie „Denkschrift des Vereines zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria", Wien 1913.)

Zur Bewältigung der nach diesen Behauptungen geleisteten Arbeit müssen mindestens 20 Spezialisten jahrelang tätig gewesen sein. Publikationen mit Belegen hierfür konnte ich nicht auffinden, was aus der Tabelle hervorgeht.

[2]) Im 8. Jahresbericht des mehrfach erwähnten Adria-Vereines (1910) liest man S. 6: „Es sind Schritte unternommen worden, auf daß alle Adrialänder: Italien, Österreich, Ungarn, Montenegro und die Türkei an der Adriaforschung Anteil nehmen; es erfordert ja ein einheitliches Meer eine einheitliche Erforschung." Es ist mir nicht bekannt, daß die beiden letztgenannten Staaten jemals an der Adriaforschung aktiv beteiligt gewesen wären.

[1]) Im „Aufruf" des Adriavereines wird versprochen:

„Nebst der Lösung wissenschaftlicher Fragen würde sich eine Reihe praktischer Erfolge ergeben, wie vor allem die auf sicherer Grundlage beruhende Verwertung des unerschöpflichen Fischreichtums des Meeres, ein wirtschaftliches Moment, dessen eminente Bedeutung für den Volkswohlstand in allen Ländern anerkannt wird." (1. Jahrg. des Jahresberichts für 1900.)

„Speziell in zoologischer Beziehung wird beabsichtigt, ..., exakte Beobachtungen über die für die Seefischerei belangreichen Verhältnisse der Ernährung, der Wanderung, der Laichzeiten und Laichplätze anzustellen." (Ebenda S. 11.)

Das „Referat über die in der Adria vorzunehmenden ichthyologischen Forschungen und Studien" von *Steindachner* betrifft hauptsächlich das Studium adriatischer Clupeiden. (Ebenda S. 12, 17—19.)

Über die erzielten Resultate wird behauptet:

„Der Verein hat . . . . spezielle Fragen der praktischen Fischerei studieren lassen, so insbesondere die Laichzeit und die Laichverhältnisse des Flunders . . . . Ferner wurden auch Versuche mit einem neuen Zuchtbassin zur Aufzucht von marinen Jungfischen und künstlich befruchteten Eiern gemacht, ..., die in volkswirtschaftlicher Hinsicht zu schönen Hoffnungen berechtigen." (2. Jahrg. für 1904, S. 8.)

„Im Interesse der Fragen praktischer Fischerei wurden . . . . die Untersuchungen über Laichzeit, Gewichtsverhältnisse und Nahrung des Flunders, sowie die Ver-

welche für die marine Biologie auch aus Steuergeldern geopfert werden. Es ist ein gutes Recht des Staates, zu verlangen, daß diese in Aussicht gestellten „Zinsen" den Fischern richtig in irgendeiner Weise ausgezahlt werden. Wenn man nun, nach dem ersten Dezennium offizieller Adriaforschung unsere Fischer fragen würde, ob sich bei ihrem mühevollen Gewerbe eine Verzinsung der aufgewendeten Summen irgendwie bemerkbar macht, ich fürchte, die Antwort wäre ein ebenso vielsprachiges wie einstimmiges: Nein!

Um uns über die Ziele und Wege der künftigen biologischen Mittelmeerforschung klar zu werden, mußten wir an den bisherigen Leistungen Kritik üben, denn aus Fehlern lernt man. Kritisieren ist bekanntlich leicht, Bessermachen schwer. Aber vielleicht gilt auch hier die altbewährte Medizinerregel: Eine richtige Diagnose ist die halbe Therapie. Und deren zweite Hälfte bestünde in diesem: ein bescheidenes Ziel sich zu setzen, den Weg dahin aber mit zäher Ausdauer zu verfolgen. Er ist beschwerlich genug, wenn man ihn im Laboratorium nach Arbeitsstunden und nicht auf Yachten nach Seemeilen abzuschätzen gelernt hat. Material verarbeiten ist wichtiger, freilich auch schwieriger, als Material fischen. „Und beim Fischen ist das wichtigste, möglichst viel wieder über Bord zu werfen!" lehrte mich ein norwegischer Biologe.

Über Bord denn auch mit dem für die biologische Forschung unnützen Ballast undurchführbarer Programme, langatmiger Protokolle, kostspieliger Komiteesitzungen, hochamtlicher Kommissionsberichte! Trachten wir dafür anzuheuern, was an tüchtigen, *arbeitsfähigen* Biologen die Mittelmeerstaaten aufzuweisen haben! Sind erst von diesen „alle Mann an Bord", dann mag die „Mittelmeerbiologie" die Anker lichten zu glücklicherer Fahrt!

Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

Erste Sitzung: Montag, den 22. September 1913, nachmittags. Vorsitzender: Herr *V. v. Lang* (Wien). Vorträge: 1. Herr *A. Korn* (Berlin): „Das Elektron als pulsierendes Teilchen mit konstantem Pulsationsquantum". Nach den mechanischen Vorstellungen *Korns* sind sowohl gravitierende Teilchen als auch Elektronen als pulsierende Teilchen, d. h. Teilchen aufzufassen, welche in rascher Periodizität ihr Volumen ändern. Als Wechselwirkung pulsierender Teilchen in einem für rasche Schwingungen inkompressiblen Medium ergeben sich Anziehungen bei gleichen Phasen, Abstoßungen bei entgegengesetzten Phasen, und zwar Kraftwirkungen, umgekehrt proportional den Quadraten der Zentraldistanzen. *Korn* hat nun bekanntlich zur Erklärung der Gravitation und der molekularen Wechselwirkungen in seiner Theorie der universellen Schwingungen angenommen, daß das Weltsystem aus einem unendlich ausgedehnten, für rasche Schwingungen nahe inkompressiblen Medium mit eingelagerten, schwach kompressiblen Teilchen bestehe; dies System ist gewisser Eigenschwingungen fähig und als Grundschwingung ergibt sich die Pulsation der eingelagerten Teilchen, als ihre Folge das Newtonsche Gravitationsgesetz zwischen den eingelagerten Teilchen. Wenn nun auch auf diesem Wege die mechanische Erklärung der Gravitation keine wesentlichen Schwierigkeiten macht, so muß doch bei der Auffassung der Elektronen als pulsierender Teilchen irgend etwas Neues hinzukommen, damit als Wechselwirkung zwischen gleichartigen Elektronen Abstoßung, zwischen entgegengesetzten Elektronen Anziehung herauskommt. *Korn* hat gezeigt, daß man das richtige Vorzeichen erhält, wenn man den pulsierenden Teilchen, welche Elektronen darstellen sollen, die Bedingung auferlegt, ihre Pulsationsgeschwindigkeiten konstant zu erhalten, so daß dieselben also einerseits jedem äußeren Zwang, der auf eine Änderung der Pulsationsgeschwindigkeit hinzielt, einen großen Widerstand entgegensetzen, als auch andrerseits durch Strahlung nur verschwindend wenig von der lebendigen Kraft ihrer Schwingung, ihrem „Pulsationsquantum", verlieren. Hier ergibt sich ein merkwürdiges und interessantes Zusammentreffen mit einer Forderung der modernen Strahlungstheorien. Diese fordern, daß ceteris paribus eine Emissionsquelle, also bei Zugrundelegung mechanischer Vorstellungen schwingende Materie, um so weniger von ihrer Schwingungsenergie aussendet, je kleiner die Schwingungsdauer ist. Die Schwingungen, welche das Wesen der elektromagnetischen Erscheinungen ausmachen, sind so rasch, daß an ein Strahlen eines (z. B. ruhenden) Elektrons so wenig zu denken ist, daß man die Konstanz der Schwingungsenergie geradezu als eine Bedingung jedem elektromagnetischen Probleme zugrunde legen kann. Wenn bei den gravitierenden Teilchen eine Änderung der Pulsationsquanten je nach der Konstellation der gravitierenden Teilchen eintritt — eine Änderung, die übrigens von der Größenordnung: Radien durch Zentraldistanz klein ist — so ist dies durch den großen Zwang des Gravitationsfeldes bedingt; bei den Elektronen kann dagegen die Konstanz der Pulsationsgeschwindigkeiten als Bedingung zugrunde gelegt werden. So erhalten wir einmal eine befriedigende Erklärung elektrischer Erscheinungen, andrerseits setzen wir uns auch in Übereinstimmung mit den Forderungen der modernen Strahlungstheorien. Die mechanischen Theorien der elektrischen Erscheinungen gelangen so zu einem Prinzip der Erhaltung der Individualität, welches darin seinen Ausdruck findet, daß schwingende Materie der Veränderung ihrer Schwingung einen um so größeren Widerstand entgegensetzt, je kleiner die Periode der Schwingungen ist. — 2. Herr *R. Pohl* (Berlin): „Über die lichtelektrische Elektronenemission". Nach gemeinsam mit Herrn *P. Pringsheim* (Berlin) angestellten Versuchen. Die Absorption des Lichtes ist in vielen Fällen von einer Abspaltung von Elektronen begleitet. Man unterscheidet das auf ein enges Spektralgebiet begrenzte Resonanzphänomen des selektiven Photoeffektes, in dem Elektronen mit ausgesprochener Eigenfrequenz durch die elektrischen

---

suche zur Aufzucht von Jungfischen in Seewasser-Freilandbecken mit schönem Erfolg fortgesetzt."

„Die . . . Seewasserfreilandbecken haben ergeben, daß die diesem Projekte zugrunde liegende Idee sich durchführen läßt, indem es gelang, in diesen Aquarien in einfacher Weise eine reiche Mikrofauna an Protisten und kleinen Krebsen zu züchten . . . . Die vielen Algenschwärmer . . . . *würden* dann für die in diese Behälter eingesetzten Jungfische jene erste Nahrung bieten, die nach den bisherigen Methoden nicht zu beschaffen ist. Dann *würden* die Krebslarven den heranwachsenden Fischchen als Nährmittel dienen." Die Fischzuchtanstalt scheint nach ihrem derzeitigen Zustand und Bewohner, einem jungen Alligator, zu schließen, ihren Zweck bereits erfüllt zu haben.

Über die im Jahre 1900 in Aussicht gestellten praktischen Erfolge konnte ich in der mir zugänglichen Literatur keine Angabe finden.

Wellen des einfallenden Lichtes in der Schwingungsebene des Lichtes in Bewegung gesetzt werden, und einen, in seinem Mechanismus noch ungeklärten, sogenannten normalen Photoeffekt, in dem zwischen der Lage der Lichtschwingung und der Bahn des Elektrons kein Zusammenhang besteht und die Elektronenemission bei einem oberen Grenzwert der Wellenlänge beginnend mit wachsender Lichtfrequenz kontinuierlich ansteigt (vgl. *R. Pohl*, diese Zeitschr. *1*, 618—621, 1913). Der Vortrag behandelt die Frage, wie weit die Eigenfrequenz des selektiven und die langwellige Grenze des normalen Effektes reproduzierbar sind, um als Grundlage für theoretische Ansätze zu dienen, erläutert einige chemische Einflüsse auf die Eigenfrequenz des selektiven Photoeffektes und gibt der Vermutung Ausdruck, daß die normale Elektronenemission eine sekundäre Folgeerscheinung eines noch unbekannten, vielleicht halb chemischen Vorganges an der Grenzschicht zwischen Metall und der oberflächlichen Gashaut darstellt. — 3. Herr *J. Franck* (Berlin): „Über einen Zusammenhang zwischen Stoßionisation und Elektronenaffinität". Nach gemeinsam mit Herrn *G. Hertz* (Berlin) angestellten Versuchen. Da weder freie Weglänge noch Ionisierungsspannung die Unterschiede der Gase mit geringer Elektronenaffinität gegenüber den elektronegativeren erklären können, so glauben *Franck* und *Hertz* die alte Hypothese der unelastischen Stöße zwischen den Elektronen und den Gasmolekülen in allen Gasen fallen lassen zu sollen. Sie untersuchen, ob etwa die Elektronen elastische Zusammenstöße mit den Atomen der Edelgase erleiden, und ob diese Stöße um so unelastischer werden, je elektronegativer das betreffende Gas ist. Beobachtungen an Helium, Wasserstoff und Sauerstoff ergaben das erwartete Resultat. Daraus folgt dann, daß die Elektronen, um die zur Ionisation nötige Energie zu erlangen, nicht mehr auf einer einzigen freien Weglänge die Ionisierungsspannung zu durchlaufen haben, sondern daß sie die dieser Spannung entsprechende Energie auf vielen freien Weglängen erreichen können. — 4. Herr *Clemens Schaefer* (Breslau): „Die träge Masse schnell bewegter Elektronen". Nach Versuchen von Herrn *Günther Neumann*. Mit wesentlich neuer Apparatur wurden die Versuche *Bucherers* nach der Methode der gekreuzten Felder wiederholt. Es ergab sich, daß im Intervall von 0,4 bis 0,7 der Lichtgeschwindigkeit die Lorentz-Einsteinsche Theorie mit einer Genauigkeit von 1,5 Promille bestätigt wird. Für e/m liefern die Versuche, je nach der Art der Berechnung die Werte 1,767 bzw. $1{,}765 \cdot 10^7$ elektromagnetische Einheiten in guter Übereinstimmung mit den Befunden anderer Beobachter. — 5. Herr *Clemens Schäfer* (Breslau): „Über ein zweidimensionales Dispersions- und Absorptionsproblem". Nach gemeinsamen Untersuchungen mit Frl. *H. Stallwitz*. Das behandelte Problem ist folgendes: In ein homogenes Medium sind parallel einer ausgezeichneten Richtung Zylinder aus beliebigem Material eingelagert, und zwar derart, daß ihre Abstände klein gegen die Wellenlänge der sich in dem Medium fortpflanzenden Welle sind; außerdem ist der Radius der Zylinder klein gegen ihren Abstand angenommen. Verlangt wird, den Brechungsexponenten und Extinktionskoeffizienten zu bestimmen, und zwar, sowohl wenn die elektrische Kraft parallel als auch senkrecht zu den Zylinderachsen ist. Die Ergebnisse der theoretischen Untersuchung sind in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie vom 17. Juli 1913 mitgeteilt und entziehen sich der Wiedergabe im Referat. Als Spezialfälle der abgeleiteten Formeln ergeben sich einerseits die Wienerschen Formeln der sogenannten Stäbchendoppelbrechung, andrerseits ein vollständiges Analogon zur Rayleighschen Theorie des Himmelsblaues. Der Vortragende hofft durch die Ergebnisse u. a. die Braunschen Versuche über den Hertzschen Gitterversuch im sichtbaren Gebiet klären zu können. — 6. Herr *H. F. Herzfeld* (Wien): „Über die Zahl der freien Elektronen in Metallen". Die Zahl der freien, für die Elektrizitätsleitung in Betracht kommenden Elektronen in Metallen wurde bisher nach verschiedenen Methoden geschätzt, die alle etwa dieselbe Größenordnung, etwa ½ der Atomzahl ergaben. Der Vortragende hat nun die Zahl der Elektronen wieder nach einer neuen, auf die Thermodynamik gegründeten Methode berechnet und findet, daß sie kleiner ist als $^1/_{100}$ der Atomzahl. Allerdings betont er selbst, daß seine Art der Rechnung gleich allen anderen Methoden nicht unbedingt zwingend sei. — 7. Herr *L. Flamm* (Wien): „Die Messung radioaktiver Substanzen im Schutzringplattenkondensator". Der Schutzringplattenkondensator gibt für homogene Schichten α-strahlender Substanz genau die gleiche Sättigungsstromdichte wie der unendlich ausgebreitete Parallelplattenkondensator, der für die theoretische Behandlung am geeignetsten ist. Der Vortragende hat darum in Gemeinschaft mit Herrn *H. Mache*, und zwar mit Erfolg den Schutzringplattenkondensator für radioaktive Messungen auszubilden versucht — 8. Herr *Arthur Szarvassi* (Brünn): „Zur Elektrodynamik der Bogen- und Funkenentladung". Der Vortragende geht von der Theorie quasi-stationärer Ströme aus, bei der man es nur mit gewöhnlichen Differentialgleichungen nach der Zeit zu tun hat und die Eigenschaften der Funkenstrecke durch eine einzige Variable beschrieben werden; als solche wählt der Vortragende die durch das Verhältnis von Stromstärke zu Elektrodenspannung definierte Leitfähigkeit der Gasstrecke. Aus der Theorie ergibt sich, daß sowohl in der Strom- wie in der Spannungskurve eines mit einer sinusförmigen elektromotorischen Kraft betriebenen Wechselstromlichtbogens die ungeraden Oberschwingungen fehlen, ein Resultat, das sich aus aufgenommenen Oszillogrammmen gut bestätigen ließ. Ferner ergab die Theorie, daß ein an sich labiler Gleichstrom-Lichtbogenkreis sich durch Parallelschaltung einer Kapazität stabilisieren läßt. Endlich ergeben sich aus der Theorie für einen Kondensatorkreis mit Funkenstrecke die Werte von Periode und Dämpfung und es läßt sich zeigen, daß der Schwingungsvorgang nach einer endlichen Zahl von Schwingungen erlischt, daß also jeder Funke im Grunde als Löschfunke wirkt.

Zweite Sitzung: Dienstag, den 23. September 1913, vormittags, gemeinsam mit den Abteilungen für Mathematik, Astronomie und Geodäsie. Vorsitzender: Herr *E. Lecher* (Wien). Vorträge: 1. Herr *A. Einstein* (Zürich): „Zum gegenwärtigen Stande des Gravitationsproblems". Eines der am genauesten geprüften Gesetze der Physik ist dasjenige von der Gleichheit der *trägen* und der *schweren* Masse der Körper. Dies Gesetz findet seinen einfachsten Ausdruck in der Aussage, daß in demselben Schwerefelde alle Körper mit gleich großer Beschleunigung fallen. Diese wohlbekannte Tatsache legt die Auffassung nahe, daß in einem Schwerefelde alles so vor sich geht, wie relativ zu einem beschleunigten Bezugssystem, das sich aber in keinem Gravitationsfeld befindet. Diese Hypothese setzt uns in den Stand, die physikalischen Eigenschaften des Schwerefeldes theoretisch abzuleiten. Man findet, daß in einem Schwerefelde (wie relativ zu einem beschleunigten Bezugssystem) die Bahnen der Lichtstrahlen krumm seien, daß also die Lichtgeschwindigkeit mit dem Orte veränderlich sei. Diese Konsequenz paßt nicht in den Rahmen der gegenwärtig als „Relativitätstheorie" bekannten Theorie hinein, nach welcher die

Lichtgeschwindigkeit vom Orte unabhängig sein soll. Der Vortragende hat aber in einer zusammen mit Herrn *H. Großmann* verfaßten Arbeit gezeigt, daß es eine verallgemeinerte Relativitätstheorie gibt, welche mit der genannten Hypothese über die Eigenschaften des Schwerefeldes im Einklang ist. Diese Theorie führt zu der schon von *Mach* vertretenen Auffassung, daß die Trägheit eines Körpers auf einer Wechselwirkung desselben mit den übrigen Körpern beruhe (Relativität der Trägheit); es ist dies im Einklang mit der Tatsache, daß auch die Beschleunigung *nur* als Beschleunigung des betrachteten Körpers *relativ zu anderen Körpern* definiert werden kann. Im Vortrag wird parallel mit dieser Theorie die Gravitationstheorie von *Nordström* behandelt. Letztere ist formal einfacher als erstere und ist dem Schema der gewöhnlichen Relativitätstheorie angepaßt (Konstanz der Lichtgeschwindigkeit), wird aber dem Postulat von der Relativität der Trägheit nicht gerecht. — 2. Herr *W. v. Dyk* (München): „Die Kepler-Manuskripte der Wiener Hofbibliothek". — 3. Herr *A. Korn* (Berlin): „Über telegraphische Übertragungen kinematographischer Aufnahmen". Nach gemeinsam mit Herrn *Br. Glatzel* angestellten Versuchen. Der Vortragende zeigt die erste gelungene bildtelegraphische Übertragung einer kinematographischen Aufnahme. Da man bereits einzelne Photographien verhältnismäßig rasch und sauber telegraphisch übermitteln kann, so hat die Übertragung kinematographischer Serien keine prinzipiellen Schwierigkeiten zu überwinden; von wesentlicher Bedeutung ist nur, wieviel Zeit für solche Übermittlung erforderlich ist. Es wurden zwanzig aufeinanderfolgende Bilder einer Serie in einer Stunde übertragen in der Weise, daß fünfmal je vier Bilder zu einem Cliché vereinigt wurden. Die 20 Bilder werden dann wieder fortlaufend auf einem Kinofilm kopiert. — 4. Endlich führte Herr *H. Lehmann* (Dresden) neuere Kinematographenapparate mit optischem Ausgleich der Bildwanderung (nach dem Nebelbilderprinzip) vor und zeigte mit Vorführung der neuesten Films aus verschiedenen Gebieten, wie sich die Kinematographie als Demonstrationsmittel in der Wissenschaft verwenden lasse.

Dritte Sitzung: Dienstag, den 23. September 1913, nachmittags, Vorsitzender Herr *E. Riecke* (Göttingen), später Herr *W. Hallwachs* (Dresden). Vorträge: 1. Herr *H. Geiger* (Charlottenburg): „Zählung von α- und β-Strahlen". Die Methode beruht auf der Auslösung von Spitzenentladungen durch das in der Nähe der Spitze vorbeipassierende α- oder β-Teilchen. Bei der experimentellen Anordnung ist in ein 2 cm weites Messingrohr durch einen Ebonitstopfen ein in eine feine Spitze auslaufender Draht axial eingeführt. Die Spitze liegt etwa 0,8 cm von einer Scheibe entfernt, die das Messingrohr abschließt. Durch eine in der Mitte dieser Scheibe angebrachte Öffnung können die zu zählenden Strahlen in den Ionisierungsraum eintreten. Das Messingrohr ist auf ein positives Potential von etwa 1200 Volt aufgeladen, während der axiale Draht mit einem Fadenelektrometer in leitender Verbindung steht. Bei Luft von Atmosphärendruck ist im allgemeinen ein Potential von 1200 Volt ausreichend, um zu bewirken, daß jedes einzelne eintretende α- oder β-Teilchen eine Spitzenentladung auslöst, und es gelingt ohne weiteres, Ausschläge zu erreichen, die 10 bis 20 Volt entsprechen. Der primäre Effekt eines β-Teilchens kann auf solche Weise auf das 10^7-fache vergrößert werden. An einem Poloniumpräparat wurde durch Zählung eine Emission von $4 \cdot 10^3$ α-Teilchen ermittelt, eine Zahl, die mit dem aus Ionisationsmessungen abgeleiteten Werte gut übereinstimmt. Ebenso konnte festgestellt werden, daß die Zahl der beobachteten β-Teilchen, die von einem Radium-E-Präparat ausgesendet wurden, der Aktivität dieses Präparates entsprach. Die durch die α- und β-Teilchen verursachten Fadenbewegungen am Elektrometer lassen sich bequem photographisch registrieren. — 2. Herr *Rydberg* (Lund): „Ein rationelles Dimensionssystem der physikalischen Begriffe". — 3. Herr *R. Seeliger* (Charlottenburg): „Über elektrische Doppelschichten auf Metalloberflächen", nach gemeinsam mit Herrn *E. Gehrcke* unternommenen Versuchen. Aus den Beobachtungen ergibt sich als Vorschrift für elektrische Messungen in gasverdünnten Räumen, in denen Metallflächen in der Nähe von Entladungen zur Verwendung kommen: Benutzung von Platin für die fraglichen Metallteile und gründliche Reinigung der Oberflächen durch kathodische Zerstäubung unmittelbar vor jeder Messung, ferner tunlichste Verkürzung der Dauer einer Messung bzw. Unterbrechung derselben durch Kathodenzerstäubungen. — 4. Herr *O. Lehmann* (Karlsruhe): „Die Quellung flüssiger Kristalle". Flüssigkristallinisches Ammoniumoleathydrat (Schmierseife) in eine enge Glaskapillare gesaugt, wird halbisotrop, d. h. die als Blättchen zu denkenden Moleküle ordnen sich parallel der Wandung, so daß die optische Achse überall radiale Richtung hat. Bringt man die Kapillare in Wasser, so dringt dieses in die Masse ein und bedingt Hervorquellen einer Myelinform von zylindrischer Gestalt und kugeligem Ende, indem sich ein wasserreicheres Hydrat bildet, dessen Moleküle sich in gleicher Stellung zwischen die anderen einlagern. Hierdurch wird Herabminderung der Doppelbrechung auf etwa die Hälfte bedingt. Das Wachstum erfolgt durch gleichmäßige Streckung an allen Stellen ohne Änderung der Dicke. Da sich die Molekülblättchen in ihrer Ebene leicht verschieben, wird die Expansivkraft anisotrop und bedingt Gestaltsänderung, bis sie durch gleichgroßen Kapillardruck gehindert wird. Bei den scheinbar lebenden Kristallen des Paraazoxyzimtsäureäthylesters genügt schon das Einkristallisieren von etwas Lösungsmittel, ähnliche Gebilde zu erzeugen. Bei der Auflösung ziehen sie sich ohne Dickenänderung wieder zusammen. Ungleichmäßige Dehnung und Schrumpfung bedingt Schlängelbewegung. Änderung der Temperatur bedingt auch Änderung des Mischungsverhältnisses von Substanz und Lösungsmittel und damit des Quellungszustandes und der Bewegungserscheinungen, die mittels des Kinematographen vorgeführt wurden. Scheinbare Bewegungen entstehen durch rasche wellenartig fortschreitende Strukturänderungen. Das Aussehen von Kristalltropfen, welche solche zeigen, erinnert an Infusorien, deren Mundöffnung mit einem lebhaft tätigen Wimperkranz besetzt ist. — 5. Herr *V. F. Hess* (Wien): „Über Neuerungen und Erfahrungen an den Radiummessungen nach der γ-Strahlenmethode". Der Vortragende bespricht zunächst eine Modifikation des Wulfschen Strahlungsapparates, welche darauf hinzielt, die Apparate mittels verschiedener Radiumstandardpräparate in absolutem Maße auf Radium zu eichen, so daß dann jedermann mittels eines Apparates gleichen Typs imstande wäre, Radiumgehaltsbestimmungen ohne geeichtes Vergleichspräparat auszuführen. Eine Schwierigkeit zeigte sich hierbei insofern, als bei diesem Apparat, wie bei allen ähnlichen, die von einem Radiumpräparat in dem Apparat erzeugte Ionisation durch die sekundären γ-Strahlen der Umgebung in verschiedenem Grade erhöht werden kann. Indessen konnte nachgewiesen werden, daß die γ-Strahlenwirkung in verschiedenen Zimmern mit verschiedenem Wandmaterial praktisch vollkommen gleich ist, solange sowohl Präparat als auch Apparat von den Wänden überall mindestens 2 m abstehen. Die Apparate werden nunmehr auf Wunsch ihrer Besitzer im

Institut für Radiumforschung in Wien mittels Standardpräparaten geeicht. Am Schluß seiner Ausführungen beschrieb der Vortragende die sehr kompendiöse Anordnung einer Kompensationsmethode zur raschen Bestimmung von Radiumpräparaten nach der γ-Strahlenmethode, worauf jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann. — 6. Herr *Th. Wulf* (Valkenburg): „Ergebnisse von Simultanmessungen der in der Atmosphäre vorhandenen Strahlung hoher Durchdringungsfähigkeit". Die gleichzeitigen Beobachtungen wurden an jedem Sonnabend in stündlichen Pausen unter Benutzung Wulfscher Gammastrahlelektrometer ausgeführt in Graz *(Benndorf* und *Veith)*, Davos *(Dorno)*, Wien *(Hess* und *Kofler)*, Innsbruk *(v. Schweidler* und *Kruse)* und in Valkenburg, Holland *(Wulf)*. Sie ergaben keine Bestätigung der Vermutung einer außerirdischen Quelle für die Schwankungen der Gammastrahlen. Wenn in größeren Höhen eine solche vorhanden ist, so macht sie sich doch nicht in den erdnahen Schichten der Atmosphäre bemerkbar. Die Schwankungen der Tagesmittel scheinen durch lokale Einflüsse hervorgebracht zu werden. — 7. Herr *Br. Glatzel* (Berlin): „Ausströmungserscheinungen von Gasen unter hohem Druck". Nach gemeinsam mit Herrn *C. Cranz* ausgeführten Untersuchungen. Die Ausströmungserscheinungen von Gasen aus Düsen sind bis zu Drucken von einigen Atmosphären bereits früher von *E.* und *L. Mach*, *Emden*, *Prandtl* und seinen Schülern untersucht. Die Herren *Cranz* und *Glatzel* haben nun die Erscheinungen bei erheblich höheren Drucken von einigen 100 Atmosphären mit Hilfe der elektrischen Funkentelegraphie in Verbindung mit der Schlierenmethode nach *Toepler* bzw. *Dvorschak* studiert. Die hohen Drucke wurden mit Hilfe eines Infanteriegewehrs erzeugt, bei welchem nach dem Austritt des Geschosses die Gase unter sehr hohem Druck ausströmen. Es bildet sich dann eine Strömungsfigur, wobei die Luft in der Umgebung stark zusammengepreßt wird und infolgedessen Staulinien, ähnlich wie beim Wasser, auftreten. Um die Geschwindigkeitsverteilung innerhalb dieser Figur zu ermitteln, haben die Experimentatoren eine feine Spitze als Sonde in den Gang der Strömungslinien gebracht. An der Spitze bilden sich dann Machsche Kopfwellen, welche es gestatten, sowohl die Richtung, als auch die Größe der Geschwindigkeit an der betreffenden Stelle zu messen. Es ergab sich dabei, daß die Geschwindigkeit der Gase von der Mündung an zunächst noch zunimmt und dann allmählich sinkt. Durch Messung des Abstandes der vor der Mündung entstehenden Staulinie und deren Lagenänderung zu verschiedenen Zeiten wurde ferner der Verlauf der zeitlichen Druckänderung an der Mündung festgestellt. Hier zeigte sich die bereits früher vermutete Erscheinung bestätigt, daß der Druck an der Mündung zunächst zu- und dann abnimmt, daß das Geschoß also kurz nach dem Verlassen der Mündung noch eine weitere Beschleunigung erfährt. Ferner ergaben die Funkenphotographien, daß an der Mündung selbst Verdichtungs- und Verdünnungserscheinungen auftreten, und zwar bildet sich zunächst eine starke Verdichtung, welche bis zu einem Maximalwert zunimmt, dann allmählich in eine Verdünnung übergeht, bis sich schließlich nach längerer Zeit der normale Atmosphärendruck ausbildet. Auch diese Tatsache des Auftretens einer Verdünnung war bereits früher von *C. Cranz* experimentell gefunden worden. Endlich wurden noch Versuche mit Ansatzröhren im Anschluß an Versuche mit dem Maximschen Schalldämpfer angestellt, die ergaben, daß hierbei die Erscheinungen noch in mancher Hinsicht durch das Neuauftreten von z. T. reflektierten Machschen Wellen kompliziert werden. — Es folgen jetzt eine Reihe von Vorträgen Hallenser Physiker über Fragen, die bei gemeinsamen Fahrten im Freiballon, besonders bei Hochfahrten mit den Mitteln des Aerophysikalischen Forschungsfonds Halle behandelt worden sind. 8. Herr *A. Wigand* (Halle): „Das ultraviolette Ende des Sonnenspektrums in verschiedenen Höhen bis 9000 m". Das Sonnenspektrum reicht im Ultraviolett bis zu einer ganz bestimmten Grenze, die sich nach *Cornu* um so weiter in das Gebiet der kurzwelligen Strahlen erstrecken soll, je geringer die Luftschicht ist, die von den Sonnenstrahlen durchlaufen werden muß. Nach neueren Untersuchungen, die von *Miethe* und *E. Lehmann* mit einem vollkommneren Spektrographen im Tiefland und im Hochgebirge bis 4560 m Höhe angestellt wurden, ändert sich jedoch die Länge des Spektrums im Ultraviolett nicht mit der Höhe des Beobachtungsortes; die letzte im Spektrum wahrnehmbare Lichtspur hat vielmehr konstant eine Wellenlänge von 291,2 mμ. Der Vortragende hat diese Frage von neuem behandelt, und zwar bei Hochfahrten im Freiballon bis zu einer Höhe von 9000 m. Dabei ergab sich wieder, daß die Grenze des Spektrums im Ultraviolett von der Höhe praktisch unabhängig ist. Es gelang jedoch in den höheren Luftschichten dank der dort größeren Strahlungsintensität und im Tiefland vermöge einer Verbesserung an der Apparatur das Sonnenspektrum bis zu Wellenlängen von 289,6 mμ zu verfolgen und einige neue Absorptionslinien im äußersten Ultraviolett aufzufinden. Zur Erklärung der Versuchsresultate wurde die Hypothese diskutiert, daß nach Lord *Rayleighs* Theorie die Zerstreuung des Lichtes an den Luftmolekülen oder anderen kleinen Partikeln in den oberen Luftschichten die Begrenzung des Sonnenspektrums im Ultraviolett bewirkt. Die spektrale Untersuchung der ultravioletten Strahlung des blauen Himmels ergab 289,4 mμ als Wellenlänge der äußersten merkbaren Lichtspur. — 9. Herr *A. Wigand* (Halle): „Zusammenhang der Störungen des atmosphärischen Potentialgefälles mit den luftelektrischen Empfangsstörungen der drahtlosen Telegraphie, mit Untersuchungen am Boden und im Freiballon". Nach Untersuchungen von Herrn *G. Lutze* (Halle). Mit einem besonders konstruierten Wasserkollektor von 3 Sekunden Aufladezeit wurden schnelle Störungen des luftelektrischen Potentialgefälles verfolgt. In der drahtlosen Telegraphie äußern sich solche Potentialschwankungen als „luftelektrische Empfangsstörungen" dadurch, daß sie im Telephon der Empfangsstation störende Geräusche erzeugen. Dieser Zusammenhang ließ sich durch Parallelbeobachtungen feststellen, wobei die Potentialstörungen häufig als oszillatorische Vorgänge mit einer Frequenz von mehr als 2000/Sek. erkannt wurden. Bei Beobachtungen im Freiballon ergab sich im allgemeinen eine Abnahme der Empfangsstörungen mit zunehmender Höhe. Es zeigte sich jedoch, daß der meteorologische Charakter der betreffenden Luftschicht von bestimmendem Einfluß ist und daß sich besonders in Wolken eine starke Vermehrung der Empfangsstörungen und damit jedenfalls auch der Potentialstörungen feststellen läßt. — 10. Herr *E. Everling* (Halle): „Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen der drahtlosen Telegraphie längs der Erdoberfläche, nach Beobachtungen bei Freiballonfahrten". Nach Untersuchungen von Herrn *G. Lutze* (Halle). Von großer Bedeutung für Theorie und Praxis der drahtlosen Telegraphie ist die Frage, ob die elektromagnetischen Wellen sich vorzugsweise längs der Erdoberfläche oder in den Raum hinein ausbreiten. Die Berechnung von *A. Sommerfeld* zeigt, daß den Oberflächenwellen für die Zeichenübertragung eine große Bedeutung zukommt. Diese Wellen breiten sich längs der Erdoberfläche aus und nehmen nach unten, in die

Erde hinein, sehr rasch, nach oben hin langsamer ab. Zur experimentellen Nachprüfung dieser Theorie ist der Freiballon sehr geeignet. Die funkentelegraphische Empfangsstation im Ballon ändert ja ihren Abstand von der Sendestation in horizontaler Richtung und zugleich ihre Höhe über dem Erdboden. Bei zwei Fahrten in Höhen von über 6000 m ergab sich eine starke Abnahme der Stärke der empfangenen Zeichen mit zunehmender Erhebung über dem Erdboden, in sehr guter Übereinstimmung mit dem Ergebnis der theoretischen Berechnung von *Sommerfeld*. Damit ist die Existenz der Oberflächenwellen experimentell erwiesen. — 11. Herr *W. Kolhörster* (Halle): „Messungen der durchdringenden Strahlung". *Wulf* hat die Abnahme der durchdringenden Strahlung in geringeren Höhen durch Messungen auf dem Eiffelturm nachgewiesen. *Gockel* fand dann, daß in Höhen über 2000 m eine geringe Zunahme der Strahlung stattfindet, und *Hess* hat endlich auf sieben Freiballonfahrten eingehendere Messungen bis zu Höhen von annähernd 5000 m durchgeführt und dabei eine starke Zunahme festgestellt. Da diese Resultate nicht unwidersprochen geblieben sind, waren Messungen, womöglich noch in größeren Höhen, erwünscht, die nunmehr bei drei Ballonfahrten mit einem verbesserten Wulfschen Apparat bis 6300 m ausgeführt wurden. Das vom Vortragenden benutzte Elektrometer ist derartig eingerichtet, daß es einem inneren Überdruck bis zu $^2/_3$ Atmosphären standhält und gestattet, schon innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit brauchbare Zerstreuungsmessungen zu erhalten. Dies ist besonders zu beachten, da es immerhin Schwierigkeiten bereitet, den Freiballon über längere Zeit in bestimmten Höhen zu halten. Bei den drei Fahrten, die von Bitterfeld ausgingen, wurden Maximalhöhen von bzw. 4000, 4400 und 6300 m erreicht. Dabei ließ sich eine bedeutende Zunahme der durchdringenden Strahlung besonders über 4500 m feststellen. Die Werte bis 4000 m stimmen mit den früheren Beobachtungen, besonders mit denen von *Hess*, gut überein; die Strahlung nimmt innerhalb der ersten 1000 m gegenüber der am Erdboden gemessenen ab, erreicht in ungefähr 1700 m Höhe gleiche Werte wie am Boden, nimmt dann langsam und von 4000 m an schneller zu. Das gewonnene Material liefert Anhaltspunkte dafür, daß neben den durchdringenden Strahlen der radioaktiven Substanzen des Erdbodens und der Luft eine Strahlung von hohem Durchdringungsvermögen, also γ-strahlartigem Charakter existiert, deren Ursprung im Kosmos zu suchen ist. — 12. Herr *E. Everling* (Halle): „Beobachtung und Theorie der durch Reflexion erzeugten Lichtsäulen". Der Vortrag behandelt eine Erscheinung, die so alltäglich ist, daß man sie meist gar nicht beachtet, die langgezogenen „Lichtsäulen", die man wahrnimmt, wenn man das Spiegelbild eines Gestirns oder einer irdischen Lichtquelle auf einem bewegten Wasserspiegel, auf feuchtem Straßenpflaster oder anderen rauhen Flächen betrachtet. Auch an Sonne und Mond kann man solche, meist vertikale Lichtsäulen beobachten, und im Freiballon sieht man zuweilen das Spiegelbild der Sonne an den Eiskristallen einer Wolke, die „Untersonne", ebenfalls vertikal verlängert. Diese Erscheinungen und die Erklärung ihres Entstehens erläuterte der Vortragende im Anschluß an Untersuchungen, die er gemeinsam mit Herrn *A. Wigand* angestellt hat, indem er eine Reihe von Photogrammen, die im Laboratorium, im Freien auf Wasserflächen und im Ballon an Eiskristallwolken aufgenommen wurden, als Lichtbilder vorzeigte. Die rechnerische Durchführung der Theorie liefert Kurven, die in ihrer Gestalt der Form der Lichtsäulen sehr nahe kommen. — 13. Herr *G. Vieth* (Cöln): „Demonstrationen mit einer neuen Kolbenpumpe von *Gaede*". Die neue *Gaede*-Kolbenpumpe, die von der Firma *E. Leybolds Nachf.* in Cöln fabrikmäßig hergestellt wird, besteht aus drei in einem gemeinsamen Rohr befindlichen Kolbenpumpen, welche in Serie geschaltet sind. Die Pumpe der niedersten Druckstufe erzeugt eine mit dem Mc Leod gemessene Luftverdünnung von 0,000 05 mm. Die Pumpe der höchsten Druckstufe stößt die Luft gegen die Atmosphäre aus und enthält eine besondere Vorrichtung, durch welche erreicht wird, daß die Pumpe gegen Wasserdämpfe unempfindlich ist. Bei den Kolbenpumpen kondensieren sich bekanntlich bei jedem Kompressionshub die von der Pumpe angesogenen Wasserdämpfe und bilden mit dem Öl eine Wasser-Öl-Emulsion, die beim folgenden Saughub wieder Wasserdampf abgibt und durch diesen Vorgang ein hohes Vakuum nicht zustande kommen läßt, so daß man gezwungen ist, die Wasserdämpfe durch Trockenmittel von der Pumpe fernzuhalten. Bei der *Gaede*-Kolbenpumpe ist diese umständliche Trocknung überflüssig gemacht, indem bei jedem Kolbenzug die Wasser-Öl-Emulsion durch das Pumpenventil in einen Wasserabscheider befördert wird, in welchem sich das Wasser von dem Öl sondert und in einem syphonartigen Gefäß ansammelt. Das gereinigte Öl fließt durch die Dichtungsspalte wieder in die oberste Kolbenpumpe und beginnt den Kreislauf von neuem; das angesammelte Wasser kann durch das Heberrohr abgesogen werden. Die Pumpe erlaubt die Anstellung von Hochvakuumversuchen ohne jede Verwendung von Trockenmitteln. Vorgeführt wurde eine einfache Entladungsröhre und eine Röhre zum Nachweis der negativen Ladung der Kathodenstrahlen. Die Pumpengeschwindigkeit ist so groß, daß eine Röntgenröhre von etwa 1 l Inhalt in 1 Minute so hoch evakuiert wird, daß harte Röntgenstrahlen auftreten. — Herr *E. Schenkl* (Graz): „Über die Prinzipe von *Hamilton* und *Maupertius*". Nach gemeinsam mit Herrn *H. Brell* angestellten Untersuchungen. Die eingehenderen Untersuchungen über das Verhältnis der beiden Prinzipe zueinander beginnen mit der grundlegenden Arbeit *Hölders* im Jahre 1896. Dort und in den weiteren Arbeiten über diesen Gegenstand ist die Ansicht vertreten, daß das Hamiltonsche Prinzip der Spezialfall für $\delta t = 0$ des allgemeinen Prinzips der kleinsten Aktion sei. Dem widerspricht die Tatsache, daß das Prinzip der kleinsten Aktion von *Hölder* für den Fall der rheonomen Koordinaten versagt. Es läßt sich nun zeigen, daß die von *Voss* i. J. 1900 gegebene erweiterte Form sich vom Hamiltonschen Prinzip nur rein formal unterscheidet, ferner daß das letztere nicht — wie stets angenommen — mit Ausschluß der Zeitvariation aufzufassen ist und dementsprechend die Einführung der Zeitvariation in die Variationsprinzipe nichts physikalisch Neues mit sich bringt. Die beiden Prinzipe stehen also durchaus auf einer Stufe und unterscheiden sich voneinander nur rein formal durch einen vollständigen Differentialausdruck und geänderte Koeffizienten in den Bedingungen für die Variationen der Koordinaten und der Zeit an den Integrationsgrenzen.

(Schluß folgt.)

Die Chemie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. Robert Kremann, Graz.

Aus dem Gebiete der *allgemeinen Chemie* ist vor allem der Vortrag *E. Abels* (Wien) zu nennen, über den

gegenwärtigen Stand der katalytischen Forschung. Man muß zwischen *homogenen* und *heterogenen* Katalysen unterscheiden. Von den verschiedenen Theorien über die homogene Katalyse hat nur die Annahme von mit veränderter Geschwindigkeit verlaufenden Zwischenreaktionen eine tiefere Bedeutung, und man kann sagen, daß eigentlich nicht *Stoffe*, sondern nur *Reaktionen* katalysieren. Heterogene Katalysen können außer durch Schaffung neuer Reaktionswege, also durch Zwischenreaktionen, auch durch Schaffung örtlicher Konzentrationsverschiebungen zustande kommen. Heterogene Zwischenreaktionskatalysen konnten nur in einem einzigen Fall nachgewiesen werden. Die Verhältnisse bei der makroheterogenen Katalyse bestehen auch bei den mikroheterogenen Katalysen (Fermente) zu Recht, wo jedoch die durch die außerordentliche Dispersität des kolloidalen Katalysators bedingten Besonderheiten hinzutreten. Das Gesamtbild der katalytischen Forschung faßt der Vortragende in den Satz zusammen: *Katalyse kommt durch Erweiterung des Reaktionsweges bei chemischer, durch Verlegung des Reaktionsniveaus bei physikalischer Betätigung des Katalysators zustande.*

Aus dem Gebiete der *chemischen Kinetik* sind die zwei Vorträge von *Trautz* (Heidelberg) und *Skrabal* (Graz) zu erwähnen. Der letztgenannte Vortragende berichtet über die *Temperaturkoeffizienten chemischer Reaktionen.* Während man früher angenommen hat, daß in der Regel der Temperaturkoeffizient chemischer Reaktionen pro 10° meist 2 und auch 3 beträgt, kleinere und höhere Temperaturkoeffizienten nur zu den Ausnahmen gehören, hat der Vortragende in mehrjährigen Untersuchungen festgestellt, daß die höheren Temperaturkoeffizienten nicht allzuselten sind und die hier obwaltenden Verhältnisse auch auf theoretischer Grundlage schematisieren können. Als allgemeines Resultat läßt sich anführen: Bei tiefen Temperaturen sind die Koeffizienten sehr groß und untereinander sehr verschieden. Sie sind um so größer, je langsamer die Reaktion und je kleiner ihre Wärmetönung ist. Bei mittlerer Temperatur haben langsame Reaktionen extreme Koeffizienten, und zwar entsprechen große Koeffizienten negativen Wärmetönungen, kleine echtgebrochene Koeffizienten großen, positiven Wärmetönungen. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß außerordentlich rasche Reaktionen den Temperaturkoeffizienten 1 haben, während äußerst langsame einen großen unechtgebrochenen, selten einen kleinen echtgebrochenen Koeffizienten besitzen.

M. Trautz (Heidelberg) berichtet über den Übergang einer *Adsorptionsreaktion* in eine *Diffusionsreaktion.* Wenn bei einer Gasreaktion die eigentliche Reaktion nicht im Innern des Gasraumes, sondern nur merklich unter dem Einfluß der Gefäßwände oder der daran haftenden Stoffe erfolgt, sind zwei Fälle denkbar. Ist die Geschwindigkeit der an den Gefäßwänden erfolgenden Reaktion nur klein, so hat die Diffusion der Gase Zeit, um die Reaktionsprodukte wieder von den Wänden zu entfernen und neue unverbrauchte Stoffe herbeizuführen. Es hängt dann die Geschwindigkeit des Umsatzes nur ab von der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit der an der Wand schon befindlichen Stoffe und vom Verhältnis der Wand- zur Gefäßgröße. In diesem Fall liegt eine Adsorptionsreaktion vor. Mit steigender Temperatur jedoch, wo die chemische Reaktionsgeschwindigkeit wächst, wird die Diffusion immer mehr der trägere Vorgang und bestimmt als solcher die Geschwindigkeit des Umsatzes (Diffusionsreaktion). Nach *M. Trautz* und *Helmer* erfolgt die *Oxydation von Jodwasserstoffgas* bei tiefer Temperatur (100—230° C.) als Absorptions-, bei hoher Temperatur als Diffusionsreaktion.

Derselbe Vortragende klärt auch den scheinbaren Widerspruch des Nernstschen Wärmetheorems bei der Spaltung von Nitrosylchlorid — nach dem eine Zersetzung nach $2\,NOCl \rightarrow 2\,NO + Cl_2$ zu 50 % schon bei 500° erfolgen sollte, während eine solche nach experimentellen Daten erst bei 1000° erfolgt — dahin auf, daß Stickoxyd und Chlor außer NOCl noch mindestens eine stickstoffreichere Verbindung in großer Menge und vielleicht auch noch eine chlorreichere bildet.

Der starke Abfall der spezifischen Wärmen unter die theoretisch geforderten Werte läßt sich wohl bei festen Körpern durch Polymerisation erklären. Bei Gasen, wo diese Erklärung nicht haltbar ist, muß man nach *M. Trautz* annehmen, daß jedes Gas aus einer begrenzten unstetigen Reihe von unmeßbar schnell miteinander ins Gleichgewicht kommenden Isomeren gleicher Molekulargröße besteht.

Auf dem Gebiete der *Kolloidchemie* bewegen sich die Vorträge *R. Zsigmondys* (Göttingen) sowie ein Vortrag *H. Herrmanns* (Teplitz-Schönau). So berichtet *R. Zsigmondy* über ein neues, von der Firma *Winkel* in Göttingen gebautes *Ultramikroskop.* Dieses unterscheidet sich von dem Spaltokularmikroskop von *Siedentopf* und *Zsigmondy* durch Einführung von Immersionsobjektiven hoher Apertur sowohl zur Beleuchtung wie zur Beobachtung. In seinem zweiten Vortrag berichtet der Vortragende über die ultramikroskopische Untersuchung der Gallertstrukturen, im besonderen von Gelatine und Kieselsäure. Dieselben weisen große Mannigfaltigkeiten auf, die auf verschiedene Entstehungsbedingungen zurückgeführt werden können. Nach *H. Herrmann* werden durch neutrale und essigsaure Wolframatlösungen die natürlichen Gele der Kieselsäure (Chalcedon, Opal, Feuerstein) erheblich angegriffen, gefällte Kieselsäure unabhängig von den Versuchsbedingungen der Darstellung leicht und vollständig gelöst, während Bergkristall fast nicht angegriffen wird. Aus der Tatsache, daß Kaolin und drei Tonarten nur sehr wenig angegriffen werden, schließt der Vortragende in diesen Stoffen auf einen geringeren Gehalt an kolloidaler Kieselsäure als 0,1 % entspricht.

Auf dem Gebiete der *anorganischen Chemie* seien zunächst die Vorträge von *R. Wegscheider* (Wien) und *F. Raschig* (Ludwigshafen) erwähnt. Letztgenannter Autor führt aus, daß man durch Einleiten von Stickstoffgas in flüssigen Sauerstoff einen mattgrünen Körper erhält, der zweifelsohne *Stickstoffperoxyd* NO_3 darstellt, welches nur bei größerem Sauerstoffüberschuß beständig ist. Beim Auswaschen mit flüssigem Stickstoff gibt das Hexoxyd einen Teil seines Sauerstoffs ab und geht in Isostickoxyd NO_2 oder N_2O_4 über. *R. Wegscheider* berichtet über die *Trona*, das natürliche saure Natriumkarbonat. Ihr Umwandlungspunkt:

$$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2\,H_2O + 8\,H_2O \rightleftarrows Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O + NHCO_3$$

liegt bei 21°. Das Umwandlungsintervall erstreckt sich bis über 95°, was mit der Tatsache, daß Tronabildung in der Natur nur in warmen Ländern und in Lösungen mit überschüssigem Na_2CO_3 erfolgt, im Einklang steht. Bei 90° treten zwischen Trona und Natriumhydrokarbonat noch zwei weitere Doppelsalze auf, die wahrscheinlich die Formel $Na_2CO_3 . 2NaHCO_3 . 2H_2O$ und $Na_2CO_3 . 3NaHCO_3 . H_2O$ haben. Neben kochsalzreichen Lösungen ist das Existenzgebiet der Trona wesentlich ausgedehnter. Bei der Zersetzung der Trona durch Wasser bildet sich ein bisher nicht bekanntes Natriumkarbonat.

In das Gebiet der *organischen Chemie* spielen bereits über zwei Vorträge von *F. v. Konek-Norwall* (Budapest) und desgleichen ein Vortrag von *F. Franzen* (Heidelberg). Erstgenannter Vortragender hat gelegent-

lich der Verbrennung des Diantipyrylselenids (aus Antipyrin und Selenchlorür) in der calorimetrischen Bombe bei 25 at Druck als Verbrennungsprodukt statt der erwarteten Selensäure, SeO_3, die Entstehung eines andern festen Oxyds beobachtet, dem er vorbehaltlich die Formel Se_3O_4 zuschreibt. In seinem zweiten Vortrag betont derselbe Vortragende die Strukturidentität von Selenchlorür einerseits und Schwefelchlorür andrerseits. Beide Stoffe gehen mit Antipyrin eine analog konstituierte Diantipyrylbiverbindung ein. Während jedoch das Bisulfid glatt ein Atom Quecksilber zu addieren vermag, ist dies beim Biselenid nicht der Fall, was der Vortragende auf die geringere Affinität von Selen zu Quecksilber als von Schwefel zu Quecksilber zurückführt. Nach *H. Franzen* erhält man durch Einwirkung der Oxyde von Blei, Calcium, Strontium, Barium und Magnesium auf Formaldehyd Salze, die beispielsweise auf 6 Atome Blei 5 Moleküle Formaldehyd, auf 1 Atom Calcium 2 Moleküle Formaldehyd usf. enthalten. Solche Salze sind nach Ansicht des Vortragenden in den Pflanzen die ersten Zwischenprodukte auf dem Wege vom Formaldehyd zum Zucker.

Aus dem Gebiete der *reinen organischen Chemie* seien folgende Vorträge erwähnt:

Zur Entscheidung der Frage, ob im *Diazomethan* und im *Diazoessigester* die Ringstruktur I oder die sogenannte Diazoniumformel II

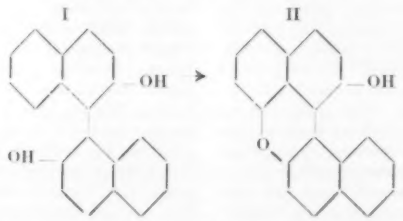
$$C_2H_5OOCCH\begin{cases}NCH_3\\ \|\\ NH\end{cases} \quad (I)$$

$$C_2H_5OOCCH=N{-}NHCO_3 \quad (II)$$

anzunehmen ist, hat *E. Zerner* (Wien) die Einwirkung von Organomagnesiumverbindungen auf die beiden genannten Stoffe, im besondern von Phenylmagnesiumbromid auf Diazomethan untersucht. Da bei letzterer Reaktion in guter Ausbeute Benzaldehydphenylhydrazon sich bildet, kann die Diazoniumformel als die einzig richtige angesprochen werden.

Während im allgemeinen die sogenannte β-Laktone bei der pyrogenen Spaltung unter Kohlendioxydentwicklung zu Äthylenverbindungen übergehen, zeigt nach *E. Ott* (Zürich) das β-Oxyisopropylmalonsäurelakton einen von diesem Verhalten abweichenden Zerfall unter Acetonabspaltung. Die Bildung von Ketenen wurde nur bei der Spaltung der Laktonsäureester erhalten, während bei der Verwendung freier Säure die vielleicht primär gebildeten Ketene weiter verändert werden.

Ein neues organisches Radikal Oxybinaphthylenoxyd (II) wurde von *R. Pummerer* (München) bei der Oxydation von β-Binaphthyl (I)



aufgefunden. Dieser Körper reagiert tautomer als Aroxyl (Radikal mit einwertigem Sauerstoff und als α-Keto-Methyl).

Nach *Gerngroß* (Berlin) erfolgt die Ringsprengung des Benzimidazols durch Benzoylchlorid in der Weise, daß zunächst Benzoylchlorür angelagert wird, dieses additionelle Produkt sich zu einer labilen Pseudobase, Dibenzoyl-Benzimidazol, umlagert, dieses unter Ringöffnung in ein zweites labiles Zwischenprodukt Formyldibenzoyl-o-phenylendiamin sich umwandelt, das dann schließlich in das Endprodukt der Reaktion: das Dibenzoyl-o-phenylendiamin vom Schmelzpunkt 300° C. übergeht.

Über *neue Indigosynthesen*, bei denen als Ausgangsmaterialien Indol und Diindyl, die sogenannten Muttersubstanzen des Indigo dienen, berichtet *W. Madelung* (Charlottenburg).

Zu Indolderivaten kann man auch durch Belichtung von Stilbenchloriden, die in o-Stellung zur CHCl . CHCl-Brücke eine Nitrogruppe enthalten, in Pyridinlösungen gelangen, indem hierbei, wie *P. Pfeiffer* (Zürich) berichtet, Phenylisatogene in guter Ausbeute entstehen.

H. Biltz (Breslau) führt aus, daß die von ihm dargestellten Glykolhalbäther der physiologisch so wichtigen Harnsäure die Brücke zu den Pseudoharnsäuren bilden. Letztere Substanzen dürften als 4,5 Dihydro-5-oxy-harnsäure aufzufassen sein. Gleichzeitig von physiologischem Interesse scheinen nachfolgende Vorträge, von denen der in der gemeinsamen Sitzung von Chemie und Botanik gehaltene Vortrag *E. Abderhaldens* (Halle) über den *gegenwärtigen Stand der Eiweißchemie* und ihre weitere Entwicklung an erster Stelle zu nennen ist. Mit Hilfe der sogenannten Estermethode *Emil Fischers* ist es möglich, alle Monaminosäuren zu erkennen, deren Gemische bei der vollständigen Hydrolyse der Proteine resultieren, sofern die obengenannten Säuren unzersetzt destillierbare Ester liefern. Es sind heute ungefähr 20 verschiedene Aminosäuren bekannt, die sich am Aufbau der Eiweißmoleküle beteiligen. Die verschiedensten Proteine sind fast immer aus den gleichen Aminosäuren aufgebaut, die sich einmal durch die Mengenverhältnisse derselben, zum zweiten durch Verschiedenheit in der molekularen Struktur unterscheiden. Nach der Annahme *E. Fischers* sind in den Eiweißkörpern die Aminosäuren amidartig verknüpft. Die synthetisch durch Verknüpfung von zwei oder mehr Aminosäuren erhaltenen Di-, Tri- usw. Polypeptide, sind andrerseits in den Abbauprodukten der Eiweißkörper aufgefunden worden. Der Weg zur Erforschung der Struktur der einzelnen Eiweißarten wird darin bestehen, einzelne bestimmte Gruppierungen von Aminosäuren zu charakterisieren, die als erste Abbauprodukte der betreffenden Eiweißmoleküle erhalten werden. Bei dem Mangel an quantitativen Analysenmethoden zur Trennung der einzelnen Aminosäuren und der großen Variationsmöglichkeit der denkbaren Kombinationen von Aminosäuren bleibt der einzig gangbare Weg der, sich zunächst künstlich alle denkbaren Polypeptide synthetisch darzustellen, ihre Eigenschaften zu studieren und durch Vergleich mit den Abbauprodukten, die bei der Hydrolyse von Eiweiß unter den günstigsten Bedingungen erhalten werden, einen Rückschluß auf die Zusammensetzung der betreffenden Eiweißmoleküle zu ziehen.

Über Versuche betreffend die *Entstehung der Alkaloide in den Pflanzen* berichten *G. Ciamician* und *C. Ravenna* (Bologna). Die Entstehung der Alkaloide, die den Pyridin- oder Chinolinring als strukturaufbauendes Element enthalten, in den Pflanzen kann man sich, nachdem in den Spaltungsprodukten des Pflanzeneiweißes Pyrrolderivate aufgefunden wurden, dahin erklären, daß innerhalb der Pflanzen eine Umwandlung des Pyrrolin in den Pyridinring erfolgt. Diese Vermutung *Pictets* wird durch Versuche der obengenannten Autoren gestützt, die in Datura- und Tabakpflanzen Pyridin und Pyperidin einführten. Das Ergebnis war, daß in beiden Fällen eine merkliche Steigerung des Alkaloidgehaltes in den Pflanzen erfolgte. Auch Zuführung stickstoffreier Substanzen, wie Glucose, Benzoësäure,

Hydrochinon und anderer steigert den Nikotingehalt der Tabakpflanze.

H. Franzen (Heidelberg) führt aus, daß in den Blättern der Edelkastanie sowie in denen der Hainbuche die gleichen flüchtigen Substanzen, wie Ameisensäure, Essigsäure, Hexylensäure, höhere homologe Säuren, Acetaldehyd und Butyraldehyd, Valeralaldehyd α-β-Hexylenaldehyd, höhere Aldehyde, Butylenalkohol, Pentylenalkohol, Hexylenalkohol, ein Alkohol $C_8H_{14}O$ und höhere Alkohole vorkommen. Die gleichfalls vermutete Anwesenheit von Formaldehyd scheint jedoch neuerdings in Frage gestellt.

W. Schneider (Jena) trägt vor über Versuche, die dazu führten, aus dem Goldlacksamen in reiner Form ein Glucosid des *Cheirolins*, jenes merkwürdigen, eine Sulfongruppe enthaltenden Senföls, darzustellen. Diesem vom Vortragenden als Glucocheirolin bezeichneten Senfölglucosid ist die Formel $C_{11}H_{29}O_{11}NS_3K + H_2O$ zuzuschreiben.

E. Zerner (Wien) berichtet über zwei Fälle, in denen in einem *Pentoseharn* nicht, wie als allgemein angenommen wird, Arabinose, sondern l-Lyxose, oder aber wahrscheinlicher d-Xylose als Stammzucker vorkommt.

Schließlich soll noch einiger Vorträge gedacht werden, die wegen ihres technisch bedeutsamen Inhaltes Interesse erheischen. So trägt *H. Kast* (Berlin) über die *Brisanz* und *Explosionsgeschwindigkeit* moderner Sprengmittel vor. Es wird betont, daß nur große Zersetzungsgeschwindigkeit, nicht aber ein großer Energieinhalt das Kennzeichen eines Sprengstoffes ist. Die Größe der Zersetzungsgeschwindigkeit ist auch das Unterscheidungsmerkmal der einzelnen Sprengstoffgruppen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist auch die große Energiedichte der Sprengstoffe. Diese Eigenschaft grenzt das Gebiet der technisch brauchbaren Sprengstoffe ab. Definiert man die Brisanz als maximale Arbeitsleistung, so müssen im betreffenden mathematischen Ausdruck die Energiemenge E, die Zeit der Energieentwicklung t und die Energiedichte d enthalten sein. Man kann nun $B = \frac{E}{t} \cdot d$ setzen. Für den Wert von t gewinnt man aus der Detonationsgeschwindigkeit einen Anhaltspunkt; d entspricht der kubischen Dichte des Sprengstoffs. Der Vortragende bespricht schließlich in extenso die praktische Brisanzprüfung mit dem deutschen Brisanzmesser sowie die Berechnung der Detonationsgeschwindigkeit aus dem bei der Explosion entwickelten Gasdruck sowie deren experimentelle Bestimmung mittels des Siemensschen Funkenchronographen.

Gustav Bowitt (Berlin) berichtet über die neuere Entwicklung der *Celluloidindustrie*. Die Bestandteile des Celluloids haben ihre technischen Nachteile; Kampfer wegen seines hohen Preises und Nitrocellulose wegen ihrer Feuergefährlichkeit. Man hat daher versucht, die Nitrocellulose durch Acetylcellulosen zu ersetzen, und zwar durch hydratisierte Acetylcellulosen, weil erst diese mit Kampfer plastische Massen geben. Die versuchten Kampferersatzmittel, wie Zusatz von Ölen in Lösungen von Nitrocellulose in niedrig siedenden Lösungsmitteln wie Kollodium, haben jedoch nicht die spezifische Wirkung des Kampfers auf Nitrocellulose und können nur als Weichmachungsmittel angesprochen werden. Schließlich versuchte man beide Celluloidbestandteile zu ersetzen, um zu Celluloidersatzmitteln zu kommen. Hierher gehört der „Galathith", ein durch Formaldehyd gehärtetes Caseinpräparat, „Bakelit", ein Kondensationsprodukt aus Formaldehyd mit Phenolen, sowie die aus Gelatine hergestellten Massen wie diejenigen aus Cellulosehydraten, z. B. Monit und Viscosid. Diese Substanzen haben zum Teil auch Plastizität in der Wärme.

(Schluß folgt.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Beobachtung der Zerlegung von Spektrallinien durch ein elektrisches Feld.

Der Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien ist bis jetzt ein öfter diskutiertes, aber experimentell nicht gelöstes Problem gewesen. Durch Herstellung eines starken elektrischen Feldes in einem leuchtenden Gas und unter Anwendung geeigneter optischer Hilfsmittel ist es mir gelungen, eine Reihe von Spektrallinien in Komponenten zu zerlegen, welche im Transversaleffekt (Schrichtung senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien) in bezug auf die Achse des zerlegenden Feldes bei einigen Linien vollständig geradlinig polarisiert sind. Die Wasserstofflinien H_β und H_γ z. B. werden bei der angewandten Dispersion symmetrisch in fünf Komponenten durch das elektrische Feld aufgespalten; die drei inneren von ihnen schwingen parallel dem elektrischen Feld, die zwei äußeren senkrecht dazu. Meine erste Abhandlung über die aufgefundene neue Erscheinung wird demnächst in den Berichten der Berliner Akademie der Wissenschaften erscheinen.

Aachen, Techn. Hochschule, den 19. November 1913.

Prof. Dr. J. Stark.

Die „Geschichte der Chemie" von Ekecrantz.

Die Besprechung des Ekecrantzschen Buches im Heft 42 (S. 1018) dieser Zeitschrift bedarf noch einer Ergänzung. Es ist nicht nur die Darstellung über „die Entwicklung, die die Chemie in neuerer Zeit, etwa in den letzten dreißig Jahren, genommen hat, . . . etwas dürftig", obgleich „gerade bei solcher Gelegenheit der Autor besser als in jenen Kapiteln, die auch von anderen oft bearbeitet worden sind, hätte zeigen können, was er kann", sondern der schwedische Herr „Verfasser" hat sich im wesentlichen damit begnügt, *aus E. v. Meyers „Geschichte der Chemie" die ihm zusagenden Abschnitte auszuziehen, etwas anders anzuordnen, ins Schwedische zu übersetzen und danach ins Deutsche zurückzuübersetzen.*

Hier ein paar Beispiele:

E. v. Meyer. (Dritte Aufl.)

Die edlen Metalle ***Gold*** und ***Silber***, deren Beständigkeit im Feuer den Alten nicht entgangen war, sind am frühesten, schon in vorgeschichtlicher Zeit bekannt und hoch geschätzt gewesen, was durch ihr gediegenes Vorkommen und die Leichtigkeit ihrer Verarbeitung hinlänglich erklärt wird. Die ungewöhnliche Dehnbarkeit des Goldes erregte im hohen Maße das Staunen der alten Völker und ermöglichte frühzeitig die Vergoldung von Gegenständen, durch Bedecken mit dünnen Blättchen des Metalls. Die später gelernte Applikation eines Goldüberzuges mittels des Amalgamierungs-Verfahrens war zu *Plinius'* Zeit schon länger bekannt. S. 11.

Ekecrantz.

Die edlen Metalle *Gold* und ***Silber***, deren Glühbeständigkeit den Völkern des Altertums nicht entgangen zu sein scheint, waren schon sehr früh, in vorgeschichtlicher Zeit bekannt. Dies ist ja auch durch das Vorkommen der beiden Metalle in gediegenem Zustande leicht zu erklären. Die ungewöhnliche Dehnbarkeit des Goldes erregte früh die Aufmerksamkeit, und man bediente sich derselben, indem man verschiedene Gegenstände mit dünnem Goldblatt überzog. Das später benutzte Verfahren, mit Hilfe von Amalgamen den Gegenständen einen Goldüberzug zu geben, war schon zur Zeit des *Plinius* lange in Gebrauch gewesen. S. 5.

Glasbereitung. Die Kunst, Gefäße aus Glas zu verfertigen, hat ihren Ursprung in China und Ägypten, und besonders in Theben lange Zeit ihren Hauptsitz gehabt; sie gelangte von da zu den Phöniziern und anderen Völkern des Morgenlandes, nachweislich erst im fünften Jahrhundert v. Chr. zu den Griechen. Bei *Plinius* findet sich die erste bestimmte Angabe, daß Glas durch Schmelzen von Sand und Soda bereitet werde. S. 15.

Glasbereitung. Die Kunst, Geräte aus Glas zu verfertigen, nimmt ihren Ursprung von China und Ägypten. Im letztgenannten Lande war besonders Theben der Mittelpunkt der Glasbereitung. Dort lernten die Phönizier die Bereitungsweise kennen und durch sie die übrigen Völker des Orients. In Griechenland war die Kunst, Gegenstände aus Glas zu machen, wie erweislich, schon im fünften Jahrhundert v. Chr. G. bekannt. *Plinius* ist der erste, der bestimmte Angaben über die Darstellung des Glases durch Zusammenschmelzen von Sand mit Soda macht. S. 7.

Die scheinbar so nahe liegende Annahme, daß in gleichen Volumen verschiedener Gase eine gleiche Anzahl kleinster Teilchen enthalten sei, daß aber diese bei den einfachen Gasen nicht unzerlegbar, sondern aus mehreren, in der Regel zwei Atomen bestehen, wurde schon im Jahre 1811 von *Avogadro* gemacht. Aus einer solchen Annahme folgte, daß die Massen der kleinsten Teilchen, also die *Molekulargewichte*, den Gasdichten proportional seien. Diese selbständigen Teilchen nannte er *molécules intégrantes*, die Bestandteile derselben, unsere Atome, *molécules élémentaires*. So fruchtbar diese Gedanken waren und so einfach sich mit Hilfe derselben die Volume der Gase auf die Atome und umgekehrt diese auf jene zurückführen ließen: damals blieb der gesunde Kern solcher Spekulationen so gut wie unbeachtet. S. 195.

Die scheinbar so nahe liegende Annahme, daß gleiche Volumen verschiedener Gase eine gleich große Anzahl von kleinsten Teilchen enthalten, daß aber dieselben bei den Gasen nicht isoliert, sondern zu zweien vereinigt vorkommen, war schon im Jahre 1811 von *Avogadro* aufgestellt worden. Aus dieser Annahme folgt, daß es die Massen der Teilchen sind, d. h. ihre *Molekulargewichte*, die den Gasdichten proportional sind. Diese selbständig auftretenden Teilchen wurden von *Avogadro molécules intégrantes*, die Bestandteile derselben aber, die *Atome, molécules élémentaires* genannt. So fruchtbringend dieser Gedankengang sich später zeigen sollte, und so einfach man mit Hilfe desselben die Gasvolumen auf Atome und umgekehrt beziehen konnte, der gesunde Kern dieser Spekulation wurde von der Mitwelt so gut wie nicht beachtet. S. 111.

Zu Beginn der vierziger Jahre hatte die Unsicherheit der Frage, welche Atomgewichte man den Elementen beilegen solle .... einen besonders hohen Grad erreicht. .... Das mühsam ins Leben gerufene Werk von *Berzelius*, sein Atomgewichtssystem, war nahe daran aufgegeben oder stark verändert zu werden. An Stelle seiner durch gute Gründe gestützten Atomgewichte der Grundstoffe sollten *Verbindungsgewichte*, also diejenigen Werte treten, welche die einfachsten Proportionen der sich vereinigenden Stoffe zum Ausdruck zu bringen bestimmt waren. Alle Spekulation über relative *Atom*größe wurde verbannt, eine möglichst nüchterne Formulierung chemischer Verbindungen erstrebt. Die nächste Folge dieser Reaktion war die Halbierung einer großen Zahl der von *Berzelius* in die Wissenschaft eingeführten Atomgewichte. So traten an Stelle der von ihm für Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel und die meisten Metalle angenommenen Werte die halb so großen und abgerundeten *Äquivalente*: $C = 6$, $O = 8$, $S = 16$, $Ca = 20$, $Mg = 12$ usw.

Gerhardt wandte sich zuerst im Jahre 1842 gegen diese Äquivalente ... S. 258.

Im Anfang der vierziger Jahre hatte die Ungewißheit in bezug auf die Atomgewichte, die den Elementen zuzuteilen sind, ihren Höhepunkt erreicht. Das mit so großer Mühe von *Berzelius* zustande gebrachte Atomgewichtssystem war man geneigt aufzugeben oder wenigstens stark zu verändern. Anstatt der mit großer Schärfe und Genauigkeit festgesetzten Atomgewichte der Grundstoffe wollte man jetzt Verbindungsgewichte verwenden, d. h. Zahlen, die den Ausdruck der einfachsten Proportionen, worin die Stoffe sich miteinander chemisch verbinden, bilden. Alle Spekulationen über die relativen Atomgewichte wurden in den Bann getan, und man strebte vor allem einer möglichst einfachen Formulierung der chemischen Verbindungen nach. Die nächste Folge dieses Umschlages der Anschauungen war die Halbierung einer großen Anzahl der Berzeliusschen Atomgewichte. So erhielt man für *Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel* und *die meisten Metalle* anstatt der früher benutzten Atomgewichte nur halb so große, abgerundete Äquivalente: $C = 6$, $O = 8$, $S = 16$, $Ca = 20$, $Mg = 12$ usw.

Gerhardt wandte sich im Jahre 1842 gegen diese Äquivalente .... S. 140.

Die Beispiele lassen sich beliebig vermehren. Nur wenige Abschnitte stammen nicht von *Ernst v. Meyer*.

Oldenburg i. Gr., den 31. Oktober 1913.

R. Winderlich.

Besprechungen.

Burgess, G. K., und H. le Chatelier, Die Messung hoher Temperaturen. Übersetzt von G. Leithäuser. Berlin, Julius Springer, 1913. XVI, 486 S. und 178 Figuren. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16,—.

Wie alle Zweige der Physik, so hat sich auch das Gebiet der Temperaturmessung, insbesondere dasjenige der mittleren und hohen Temperaturen, seit den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts außerordentlich stark entwickelt. Zwar hatte *Regnault* zwischen 0 und 300° schon 30 Jahre früher die Grundlage aller Temperaturmessungen, nämlich die Gasthermometrie, auf eine hohe Stufe der Genauigkeit geführt und sehr wertvolle Studien über die Quecksilberthermometer angestellt, doch ist der erste Impuls für eine zuverlässige Messung der höheren und für die Technik gerade wichtigen Temperaturen bis 1500° erst von den Untersuchungen *Le Chateliers* über das Thermoelement Platin gegen eine Legierung von Platin mit 10 % Rhodium ausgegangen. Fast gleichzeitig hat auch *Barus* in Amerika ein anderes Thermoelement, Platin gegen Platiniridium, als brauchbar befunden, das sich indessen wegen gewisser nachteiliger Eigenschaften nicht allgemein einzubürgern vermochte. Eine neue Epoche der Temperaturmessung, in der die Genauigkeit wiederum eine erhebliche Steigerung erfuhr, setzte etwa mit der Wende des Jahrhunderts ein, als der elektrische Strom für die Heizung der Laboratoriumsöfen mehr und mehr zur Einführung gelangte, und als man somit die Flammengase, welche vielfach die Gefäßwandungen der Gasthermometer durchdrangen oder die Drähte der Thermoelemente verdarben, gänzlich ausschließen konnte. In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurde um diese Zeit von *Holborn* und *Day* eine umfangreiche Unter-

suchung durchgeführt, durch die unter Anwendung der besten damaligen Hilfsmittel Erstarrungs- und Schmelzpunkte einer großen Anzahl reiner Metalle gasthermometrisch festgelegt wurden. Mit Hilfe dieser Fixpunkte kann man seitdem ohne direkte Verwendung eines Gasthermometers allerorten beliebige Gebrauchsthermometer zuverlässig eichen. Zunächst heizte man auf elektrischem Wege nur *Luftbäder*, die sehr schnell auf verhältnismäßig hohe Temperaturen zu bringen sind. Einen weiteren Fortschritt bedeutete die Einführung der zwar trägeren, aber dafür viel gleichförmiger heizbaren Flüssigkeitsbäder (bis 300° Öl, bis 700° Salpeter), in denen die Vergleichung zwischen dem fundamentalen Gasthermometer und dem sekundären, aber viel einfacheren Gebrauchsthermometer mit der bisher unerreichten Genauigkeit von cn. 0,1° bei 500° vorgenommen werden konnte. Das Thermoelement zeigte sich den nun geforderten Ansprüchen nicht mehr unter allen Umständen gewachsen. An seine Stelle ist seitdem bis herauf zu 500° und höher das Platinwiderstandsthermometer getreten. Es wurde von *Callendar* bereits im Jahre 1891 benutzt, ist aber in dem genannten Temperaturbereich, wenigstens bei wissenschaftlichen Untersuchungen, erst jetzt zu unbedingter Herrschaft gelangt. Für niedrigere Temperaturen ist es schon seit längerer Zeit in ernsten Wettbewerb mit dem Quecksilberthermometer getreten, das zwar wegen seiner Unabhängigkeit von jeglichen weiteren Meßinstrumenten auch bei exakten Forschungsarbeiten noch sehr vielfach bevorzugt wird, aber wegen seiner vielen, oft beträchtlichen und schwierig zu bestimmenden Korrektionen langsam in den Hintergrund gedrängt zu werden scheint.

Für Messung sehr hoher Temperaturen (über 1500° C.) bedient man sich Methoden, welche von den bisher erwähnten gänzlich abweichen. Es kommen praktisch dafür nur die Strahlungsmessungen in Frage, die theoretisch und experimentell von ihren ersten Anfängen bis zu ihrem heutigen Stande fast ausschließlich von deutschen Physikern ausgebildet worden sind. Einen sehr großen Anteil an diesem Ruhm nimmt die Physikalisch-Technische Reichsanstalt für sich in Anspruch. Die Strahlungsgesetze sind zwar zunächst nur auf den schwarzen Körper anwendbar, d. h. auf einen Körper, der alle Strahlen, welche von außen auf ihn fallen, absorbiert und keine hindurchläßt oder reflektiert; die Kirchhoffschen Überlegungen haben indessen gezeigt, daß man als gleichwertig mit solch einem Körper auch einen Hohlraum betrachten kann, der von beliebigen, undurchlässigen, aber überall gleichmäßig geheizten Wänden umgeben ist und nur eine kleine Öffnung besitzt, durch die man die Hohlraumstrahlung beobachten kann. Diese Bedingungen sind in der Praxis oft erfüllt, z. B. bei Feuerungsanlagen oder noch besser bei den Muffeln der Porzellanbrennerei. Aus diesem Grunde sind die Strahlungsbeobachtungen, die eine Temperaturmessung aus der Helligkeit des Strahlers ermöglichen und an keine obere Grenze gebunden sind, von hoher Bedeutung geworden, zumal seitdem eine Anzahl sehr einfacher Pyrometer konstruiert wurde, welche die Helligkeit in einer bestimmten Farbe quantitativ festzustellen gestatten. Als Maß gilt die Temperatur, welche ein gleichmäßig geheizter Hohlraum bei gleicher Helligkeit besitzt. Dies ist die sogenannte „schwarze Temperatur".

Die Strahlungsmessungen können nicht als unabhängig von der Gasthermometrie angesehen werden; da die Konstanten der Strahlungsgesetze, deren Kenntnis unerläßlich ist, nur dann mit genügender Sicherheit ermittelt werden können, wenn mindestens eine hohe Temperatur bereits bekannt ist. Bei wissenschaftlichen Bestimmungen entstehen dadurch häufig Schwierigkeiten, die erst gänzlich beseitigt sein werden, wenn man die Gasthermometrie zwischen 1000 und 1500° auf eine Stufe höherer Sicherheit gebracht haben wird.

Viele Fragen aus dem Gebiet der Temperaturmessung harren noch ihrer Beantwortung, erinnert sei in dieser Hinsicht z. B. an die Verwirklichung der thermodynamischen Skala. Aber andererseits ist durch die Forschungsarbeiten in allen großen Kulturnationen schon ein so großes wissenschaftliches Material zusammengetragen, daß eine ausführliche Zusammenstellung über die Messung hoher Temperaturen, und zwar von einem wohlbekannten Mitarbeiter in diesem Fach, als sehr willkommene Gabe begrüßt werden muß. Das vorliegende amerikanische Werk geht auf französischen Ursprung zurück, nämlich auf das im Jahre 1900 von *Le Chatelier* und *Boudouard* verfaßte Buch: Mésures des Températures élevées. Dies Buch wurde von *Burgess* ins Englische übersetzt und von ihm anläßlich der dritten englischen Auflage gänzlich umgearbeitet. Sie erschien im Jahre 1911 und ist von Prof. *G. Leithäuser* in unbedingt zuverlässiger Weise ins Deutsche übersetzt sowie gleichzeitig vielfach berichtigt und an einzelnen Stellen ergänzt worden.

Das Buch gliedert sich in 11 Kapitel. Das Gasthermometer und die Gasgesetze werden auf 70 Seiten, das Thermoelement auf 90, das Widerstandsthermometer auf 40 und die Strahlungsgesetze und ihre Anwendung zur Temperaturmessung auf etwa 100 Seiten behandelt. Ein besonderes Kapitel wird der Eichung der Pyrometer durch Fixpunkte sowie den in der Technik vielfach verwendeten registrierenden Instrumenten gewidmet. Den Bedürfnissen der Technik kommt das Buch in sehr weitgehendem Maße entgegen, während die wissenschaftliche Seite der behandelten Fragen vielfach stark in den Hintergrund gedrängt ist. Einen recht breiten Raum nehmen historische Betrachtungen ein. Völlig veraltete Methoden werden in ausführlicher Darstellung geschildert; so wird z. B. ein ganzes Kapitel der calorimetrischen Methode der Temperaturmessung gewidmet, die darin besteht, daß ein Metallstück bekannter spezifischer Wärme von der unbekannten Temperatur bis zu Zimmertemperatur abgekühlt und sein Wärmeinhalt gemessen wird. — Es wird für den Laien nicht immer leicht sein, die gebräuchlichen von den veralteten Methoden zu unterscheiden. Trotz dieser Mängel ist das Buch wegen der Zuverlässigkeit und Ausführlichkeit seiner Angaben von großem Wert. Die Literaturübersicht ist sehr vollständig zusammengestellt, leider nicht leicht benutzbar, da im Text selbst jeder Hinweis auf Zitate fehlt. Einige dem Buche angehängte Tabellen über Fixpunkte und optische Konstanten sowie für Umrechnungen verschiedener Art, bei denen vielfach auf die in Amerika noch gebräuchliche Fahrenheitskala Rücksicht genommen ist, mögen oft nützlich sein.

F. Henning, Lichterfelde.

Strunz, Franz, Die Vergangenheit der Naturforschung. Ein Beitrag zur Geschichte des menschlichen Geistes. Jena, Eugen Diederichs, 1913. VIII, 198 S. und 12 Tafeln. Preis geh. M. 4,—, geb. M. 5,50.

In neuerer Zeit hat sich das Interesse an dem Werdegang naturwissenschaftlicher Erkenntnis sehr erheblich gesteigert, und darum darf auch das vorliegende Buch von dem Wiener Gelehrten *Franz Strunz*, der sich durch seine zahlreichen historisch-naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen bereits einen wohlverdienten Ruf erworben hat, wohl auf einen größeren Leserkreis rechnen. Wer allerdings die Schrift im Vertrauen auf den Titel in der Hoffnung in die Hand nimmt, in ihr eine kurzgefaßte Geschichte der Naturwissenschaften zu finden, wird sich enttäuscht sehen, denn in Wirklichkeit bringt das Buch eine Sammlung von elf, nur in

losem Zusammenhange zueinander stehenden Essays, deren erstes, wie nicht selten die erste Novelle einer Novellensammlung, dem Ganzen den Namen gegeben hat.

Zur Charakteristik des Werkes sei der erste Abschnitt des Vorwortes hier abgedruckt: „Dieses Buch versucht das mähliche Werden des Naturgefühls und der Naturerkenntnis in einer Reihe von Charakterbildern festzuhalten. Sie sind meist quellenmäßige Abhandlungen, die auf Spezialstudien zurückgehen. Einiges gibt allgemeine Übersichten. Wo es nur anging, sind die Zusammenhänge mit dem Leben fühlbar gemacht, denn Geschichte ist ja nichts Totes, sondern Vollendung. Die Wurzeln unseres innigsten Seins haften im Gewesenen, so wie wir der Mutterboden der Zukunft sind. In uns verwirklicht sich das Einst, und wir werden uns im Kommenden vollenden. Wir leben noch immer von den Kräften, die in der Arbeit der Vergangenheit am Werke waren. Ich sage, um Leben handelt es sich. Aber Leben sind Menschen. In ihnen hat sich die Geschichte ihren Ausdruck und ihr plastisches Vermögen geschaffen. Die Seele ist der große Baumeister der Historie, sie schafft Einheit, Zusammenhang, Pathos und Unsterblichkeit. Sie ist Baumeister der Vergangenheit und der Zukunft, ob sie gleich nicht weiß, zu welchem Ende ihre Arbeit führt. Geschichte ist erweiterte Lebenserfahrung und Empirie des Lebens; das innere Ereignis, das sich aus dem Menschen hebt und angewandtes Menschentum und praktische Menschenkunde wird. Gewiß gilt auch hier noch immer die hippokratische Weisheit: *πάντα ὅσια καὶ ἀνθρώπινα.*"

Ist durch diese Worte die historische Auffassung des Verfassers und der Stil seiner Darstellung gekennzeichnet, so bleibt noch einiges über den sachlichen Inhalt seiner Essays zu sagen.

Während die beiden ersten Kapitel, „Die Vergangenheit der Naturforschung" (S. 1 bis 40) und „Naturgefühl und Naturerkenntnis" (S. 41 bis 49), mehr allgemeinen Inhalts sind, beschäftigen sich die anderen Abschnitte mit spezielleren Themen. Zwei Kapitel, das dritte und das fünfte, behandeln wichtige Epochen aus der Geschichte der Chemie, jenes „Die Anfänge der Alchemie" (S. 50 bis 79), dieses „Die Chemie der Araber" (S. 86 bis 118). Die anderen Essays knüpfen an einzelne Personen an. Im vierten Kapitel (S. 80 bis 85) wird über eine bisher kaum beachtete Vertreterin der naturforschenden Mystik, die Äbtissin *Hildegard von Bingen* (1098 bis etwa 1180) berichtet. Die sechste und siebente Abhandlung geben eine Darstellung der biochemischen Theorien von *Johann Amos Comenius* (S. 119 bis 138) und des Wirkens von *Johann Baptist van Helmont* als Chemiker und Naturphilosoph (S. 139 bis 161). Im achten Essay wird besonders in Anlehnung an die wichtigen Arbeiten von *Hermann Peters* der Nachweis geführt, daß das Verdienst der Erfindung des europäischen Porzellans nicht, wie man lange gemeint hat, dem Alchemisten *J. F. Böttger*, sondern dem Freunde *Leibnizens, Ehrenfried Walter von Tschirnhaus*, zuzuschreiben ist (S. 162 bis 182). Das letzte Essay endlich behandelt „*Rousseau* und die Natur" (S. 183 bis 194).

Da die sich zum großen Teil auf Originalstudien des Verfassers stützende Darstellung sachlich einwandfrei, in glänzendem Stil geschrieben und vom Verleger mit bekanntem Geschmack ausgestattet ist, so wird jeder Leser des Buches an ihm seine Freude haben.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Krebs, N., Länderkunde der österreichischen Alpen. Bibl. länderkundl. Handb. Hersg. von *A. Penck*. Stuttgart, J. Engelhorn Nachf., 1913. XV, 557 S., 77 Abbild., 12 Tafeln und 14 Karten. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 21,50.

Mit diesem Werk beginnt eine Reihe länderkundlicher Bücher zu erscheinen, die dem dringenden Mangel an solchen in der neueren geographischen Literatur abhelfen soll. Ältere Unternehmungen dieser Art, wie sie *A. Kirchhoff* beispielsweise begonnen hatte, sind nach Erscheinen weniger Bände stehen geblieben oder sind, wie die Sammlung „Land und Leute", allmählich zu Bilderbüchern mit sehr fragwürdigem Text herabgesunken. Hier aber soll es sich um streng wissenschaftliche Monographien der betreffenden, nicht zu großen Gebiete handeln, die lesbar geschrieben, doch in Anlage und Stoffreichtum auch Handbücher darstellen, in denen ein Nachschlagen zu praktischen Zwecken möglich ist, die sich dadurch auch einen gewissen weiteren Benutzerkreis sichern. In der Art der Ausarbeitung ist zugleich den einzelnen Autoren volle Freiheit gelassen, so daß der vorliegende erste Band nun nicht etwa das Normalschema darstellt, nach dem auch die übrigen gegliedert sein werden.

Die geographische Länderkunde — lieber würde ich Landbeschreibung sagen, denn zur *Kunde* eines Landes gehört mancherlei mehr, als die Geographie bieten kann — ist die eigentliche Domäne des Geographen, zugleich aber auch das allerschwierigste Gebiet unserer Wissenschaft, weil ihre Behandlung eine sehr umfassende Vorbildung beansprucht und ihre Methoden aus Mangel an durchgeführten Versuchen noch gar nicht feststehen. So ist jedes neue Werk aus diesem Gebiet nicht nur seinem sachlichen Inhalt nach, sondern auch nach seiner methodischen Stellung besonders zu würdigen. *N. Krebs* behandelt hier ein viele äußere Schwierigkeiten bietendes Stück der Erdoberfläche, einen Teil eines Hochgebirges mit den mannigfachsten Landschaften, vom öden Karst im Süden bis zu dem dichtbewohnten und kultivierten Wiener Becken im Norden. Er hält sich im großen an die übliche und wohl auch allein zweckmäßige Gliederung in einen allgemeinen und einen besonderen Teil.

Der allgemeine Teil gibt zunächst die Entstehungsgeschichte und die Geschichte der Herausbildung der Formen; besonders die letztere eingehende Darstellung, auf neuem Standpunkt stehend, ist als wertvoll zu begrüßen und darf nie wieder in der Disposition so vernachlässigt werden, wie es bisher oft geschah. Es folgen Klima und Vegetation, dann die Klarlegung der Besiedlung und der wirtschaftlichen Verhältnisse, die in der Volksdichtekarte und ihrer Erläuterung gipfelt.

Damit ist die Grundlage für die Einzelbeschreibung gewonnen, die, nach natürlichen Landschaften vorgehend, in der Siedlungskunde ausklingt, in der den Städten, wie Innsbruck und Wien, wertvolle Abschnitte gewidmet sind, die in Anlage und Auffassung oft formulierten Wünschen zur Stadtgeographie endlich nachkommen.

Den Beschluß macht ein Literaturverzeichnis von nahezu 1200 Nummern. Das Buch ist reich ausgestattet; besonders dankenswert sind die zahlreichen sauberen morphologischen Kärtchen, welche den Text des speziellen Teiles begleiten und wie die anderen Kartenbeilagen in verschiedenen Maßstäben eine Fülle eigener Forschungsresultate bringen. *Gustav Braun, Basel.*

Przibram, H., Vitalität. Eine Zusammenfassung der durch Versuche ermittelten Gesetzmäßigkeiten tierischer Lebenszustände (Kolloidform, Wachstum, Bewegung). (Experimentalzoologie, Bd. 4.) Leipzig und Wien, Fr. Deutike, 1913. VIII, 179 S. und 10 Taf. Preis M. 10,—.

Den früher erschienenen drei ersten Teilen seiner

Experimentalzoologie (Embryogenese, Regeneration, Phylogenese) läßt *Przibram* den vierten folgen, der sich mit den allgemeinen Eigenschaften des Lebendigen beschäftigt. Wenn sich der Verfasser auch in diesem Teil seines Werkes auf das zoologische Gebiet beschränkt hat, so mußte doch manches aus der chemischen und physikalischen Literatur berücksichtigt werden. Dagegen sind bakteriologische und botanische Arbeiten im Interesse der Einheitlichkeit des Ganzen nicht herangezogen worden. Auf etwa 650 Publikationen basiert diese Zusammenfassung, die insofern mehr als ein gewöhnliches Referat ist, als die von *Przibram* am Schlusse eines jeden Kapitels gebotenen Ergebnisse in vieler Hinsicht Beachtenswertes mitteilen.

Hinsichtlich der Frage nach der Möglichkeit, durch experimentelle Analyse und Synthese in die Geheimnisse der Vitalität einzudringen, huldigt *Przibram* der Anschauungsweise, die für den in tätiger Arbeit begriffenen Forscher die einzig zuträgliche ist. Wir sind zurzeit weit davon entfernt, den Aufbau der Lebewesen aus den uns aus dem Anorganischen bekannten Stoffen und Energien zu erklären. „Von mancher Seite wurde voreilig die Aussicht auf Erfolg für den Erfolg selbst gehalten, der weitere Forschung überflüssig oder zumindest ohne Bedeutung erscheinen ließe. Wieder andere haben, mißmutig über das wiederholte Fehlschlagen einer mechanischen Erklärung des Lebens, ihre Zuflucht zu dem sogenannten Vitalismus genommen, der verzichtet, das Leben und seine vornehmsten Eigentümlichkeiten auf die erforschlichen einfacheren Gesetzmäßigkeiten physikalisch-chemischer Natur zurückzuführen, und eine eigene, über der leblosen Natur stehende Sondergesetzlichkeit annimmt. Ich will mich nicht vermessen, im gegenwärtigen Zeitpunkte ein abschließendes Urteil zu fällen; doch erscheint es mir für die Ökonomie und Methodik der Wissenschaft vorteilhaft, zunächst alle Mittel zu erschöpfen, die uns für eine Zurückführung des Lebens auf einfachere Erscheinungsformen zu Gebote stehen, ehe wir uns auf die Statuierung vitalistischen Geschehens einlassen."

Der reiche Stoff wird in neun Kapiteln behandelt: die Nachahmung einzelner Lebenserscheinungen mit leblosem Material, die tierischen Formgebilde im Zusammenhang mit dem Aggregatzustand des Protoplasmas, Schichtungs- und Richtungspolarität, Assimilation und Katalyse, Intensitätsgrenzen der Umweltsfaktoren für die Existenzmöglichkeit des Lebendigen, Wachstum, Bewegung (Chemo-, Hydro-, Tono-, Stereo-, Bary-, Elektro-, Photo-, Thermotaxis), Gedächtnis (im Sinne von *Semons* Mneme), die Energiegesetze der Physik in ihrer Anwendung auf den Organismus.

Przibrams Bericht über die einzelnen Fakta ist ein hinreichend orientierender, der das Studium der Quellen nicht überflüssig macht, sondern ihre Auffindung erleichtert. Seine zusammenfassenden Urteile zeichnet Zurückhaltung aus, so daß dem weiter arbeitenden Forscher durch kein Vorurteil der Weg abgeschnitten ist.

Zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit als einer spezifischen Eigenschaft des Lebendigen wird darauf aufmerksam gemacht, wie sehr es dabei auf den Standpunkt des Betrachters ankommt: „Es erscheint uns zweckmäßig, wenn das Tier seine Form durch Regeneration wiederherstellt; ist es weniger zweckmäßig, wenn der Kristall dasselbe tut?

Hat der Mensch nicht in früheren Zeiten alle ‚Zweckmäßigkeit' in der Natur als eine für ihn erschaffene angesehen und dabei Zweckmäßigkeiten zu erkennen geglaubt, über die wir jetzt lächeln?

Gibt es nicht andrerseits in der anorganischen Welt so merkwürdige Anomalien wie das Ausdehnungsminimum des Wassers bei 4° C., das für die Erhaltung einer wärmeren Wasserschicht unter dem leichteren Eise verantwortlich ist und allen Süßwasserorganismen das Überdauern des Winters in äußerst ‚zweckmäßiger' Weise gestattet?

Der Umfang des Zweckmäßigen muß außerordentlich wechseln, je nach dem Objekte, in dessen Interesse und je nach dem Subjekte, in dessen Willen der Zweck gelegen sein soll." *J. Schaxel, Jena.*

Astronomische Mitteilungen.

Wiederum ein neuer Komet ist am 23. Oktober auf der Bamberger Sternwarte von *Zinner* entdeckt worden als Gestirn von der 10. Größenklasse, ein teleskopischer Haarstern mit deutlicher Schweifentwicklung. Inzwischen ist dieser Komet schon auf mehreren Sternwarten beobachtet worden, und es hat sich daraus eine recht gute Bahnbestimmung ableiten lassen, woraus sich eine merkwürdige Ähnlichkeit mit den Elementen des periodischen Kometen Giacobini 1900 III ergibt, dessen Umlaufszeit etwa 6½ Jahre beträgt und der also jetzt in seiner zweiten Wiederkehr sich befinden würde. Der von *Zinner* aufgefundene Komet 1913 e bewegt sich sehr rasch nach der südlichen Halbkugel zu, da er bereits Mitte November 27 Grad südlich vom Äquator in Deklination stehen wird. Sollte sich die Identität des Kometen 1913 e mit dem von *Giacobini* bestätigen, so wäre dies schon der zweite Fall in diesem Jahre, da auch der Komet 1913 d sich als identisch mit einem periodischen Kometen (Westphal) erwies. So würden von den im ganzen bisher im Jahre 1913 entdeckten fünf Kometen höchst wahrscheinlich nur drei als wirklich neue Haarsterne zu betrachten sein.

Merkwürdiger Anblick des Kometen 1913 e. Prof. *Barnard* von der Yerkes-Sternwarte bei Chicago teilt in den *Astronom. Nachrichten* Nr. 4690 Beobachtungen des von *Neujmin* entdeckten Kometen 1913 e im größten Linsenteleskop der Erde, dem 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte mit, die ein besonderes Interesse beanspruchen. Der Kern des Kometen erschien vollkommen sternartig, sogar bei 460 facher Vergrößerung, und erst bei Anwendung einer 700 fachen Vergrößerung verlor der Kometenkern seinen sternartigen Anblick. Der sternartige Kometenkern war ferner von einer schwachen, durchaus nicht schweifartigen Nebelhülle umgeben. Die ganze Erscheinung ist etwa von der 11½. Größenklasse aus Vergleichungen mit schwachen umgebenden Sternen geschätzt worden.

Für die Bahnbewegung desselben Kometen 1913 e hat *G. Stracke* vom Kgl. Recheninstitut in Berlin-Dahlem neue Elemente abgeleitet und in Nr. 4690 der *Astronom. Nachrichten* mitgeteilt. Dieselben weichen erheblich von den früheren Elementen dieses Kometen ab und machen es dringend nötig, daß der Komet 1913 e noch recht lange in größeren Fernrohren beobachtet wird, um seine Bahnberechnung sicherzustellen.

Über das magnetische Feld der Sonne bringt Nr. 4680 der *Astronom. Nachrichten* eine wichtige Untersuchung von *D. Brunt* (Cambridge, neue englische Sonnenwarte), die an die neuesten Entdeckungen *Hales* über das magnetische Verhalten der Sonne sich anschließt. Nach den Messungen dieses ausgezeichneten amerikanischen Astrophysikers ist das allgemeine magnetische Feld auf der Sonne viel geringer als das über den Regionen der Sonnenflecken beobachtete. Es ist daher von Interesse, die Theorien kritisch zu erörtern, die bisher zur Erklärung des magnetischen Sonnenfeldes vorliegen. *Brunt* betrachtet die Theorien von *Lamb, Schuster,*

Svante Arrhenius, Thomas, Harker und *Hale*. *Hale* nimmt zur Erklärung des allgemeinen magnetischen Feldes der Sonne die Existenz einer großen Zahl kleiner Wirbelbewegungen in den Sonnenporen an und vermag damit den größten Teil seiner magnetischen Sonnenmessungen zu erklären. Die anziehendste aller Theorien erklärt das Entstehen des magnetischen Feldes auf der Sonne durch die Rotation der elektrisch geladenen Sonne, aber trotz der großen Wahrscheinlichkeit, daß die Sonnenatmosphäre ähnlich der irdischen eine starke Ionisierung erfährt, sucht *Brunt* nachzuweisen, daß dadurch keine befriedigende Erklärung des Sonnenmagnetismus möglich ist.

Über die Verwendung photoelektrischer Kaliumzellen in der Astrophotometrie haben die Astronomen *E. Meyer* und *H. Rosenberg* auf der letzten Astronomenversammlung zu Hamburg (August 1913) einen sehr beachtenswerten Bericht abgestattet, der jetzt im dritten Heft der *Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft* (1913, 48. Jahrgang) erschienen ist. An Stelle des Selenphotometers, des bisher empfindlichsten Apparates zum Messen von Gestirnshelligkeiten, haben *Rosenberg* und *Meyer* zum ersten Male die Photozelle in Gestalt einer *photoelektrischen kolloidalen Kaliumzelle* eingeführt und damit einen bemerkenswerten Erfolg erzielt. Die zugehörigen Versuche sind an einem mittleren Refraktor der Tübinger Sternwarte angestellt worden und haben folgende allgemeine Resultate ergeben: die Genauigkeit, ausgedrückt durch einen mittleren Einstellungsfehler von nur wenigen Tausendsteln einer Größenklasse, ist allen bisherigen optisch- und photographisch-photometrischen Methoden überlegen; es haben sich Photoströme von Sternen bis fast zur 6. Größenklasse messen lassen; der Photoeffekt in der neuen Kaliumzelle ist unabhängig von Schwankungen der Temperatur, und die Trägheit jener Zelle ist so gering, daß beim Übergang von dem einen Stern auf den anderen, der einige Minuten in Anspruch nimmt, der Apparat sofort verwendbar ist. Endlich verdient noch Erwähnung, daß es bei der neuen Photozelle ganz gleichgültig ist, ob eine leuchtende Fläche oder ein leuchtender Punkt gemessen wird, denn der Photoeffekt ein und desselben Sterns war bei fokaler und stark extrafokaler Stellung vollkommen gleich, sodaß die neue Photozelle gleichsam über die ganze auffallende Lichtmenge zu integrieren imstande ist. Die Kaliumzelle dürfte deshalb ein sehr brauchbares *Flächenphotometer* abgeben, mit dem Helligkeitsmessungen an Planeten und Nebelflecken unmittelbar an Messungen von Fixsternen anzuschließen sind. Sogar von der Milchstraße, und zwar von einer Stelle derselben ohne hellere Sterne, ließ sich ein merklicher Photoeffekt beobachten, und schließlich konnte auch diffuses Himmelslicht bei Mondschein gemessen werden.

Eine bessere und genauere Ortsbestimmung des Mondes und damit eine noch genauere Erforschung der ziemlich komplizierten Bahn unseres der Erde so nahen Satelliten wird in kurzer Zeit möglich sein, nachdem *F. Hayn* (Göttingen) zu diesem Zweck eine genaue Karte der Randgebiete des Mondes zum Abschluß gebracht hat, über die er gleichfalls auf der letzten Astronomenversammlung zu Hamburg *(Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft 1913,* Heft 3) berichtete. Während die Ortsbestimmung von Sonne und Planeten, deren Scheiben bei ihrer größeren Entfernung stets als geometrisch vollkommene Kreise oder Ellipsen erscheinen, keine besonderen Schwierigkeiten macht, erscheint der Mond bei seiner großen Nähe durchaus nicht kreisförmig begrenzt, und sein Mittelpunkt oder vielmehr Schwerpunkt läßt sich nur mit geringer Genauigkeit aus Randbeobachtungen unseres Trabanten ermitteln. Bisher suchte man diesem Übelstande durch Bestimmung von selenographischen Koordinaten eines geeigneten Oberflächenpunktes (nach *Franz:* Krater Mösting) abzuhelfen. Aber die Einführung eines solchen Fixpunktes leistete noch nicht die erwünschte Genauigkeit. *Hayn* schlug deshalb den aussichtsreicheren Weg ein, der in einer besseren Definition des Mondmittelpunktes liegt und eine möglichst genaue Karte des Mondrandes nötig macht, um alle Mondbeobachtungen auf möglichst viele Punkte der Peripherie zu beziehen. Eine solche Karte des Mondrandes hat nun *Hayn* auf photographischem Wege hergestellt, die außerdem durch Messungen von Sternbedeckungen verbessert wurde. Auf den dazu nötigen Platten im Format 6 × 9 cm wurden immer je zwei Mondbilder aufgenommen, ferner sind die Platten durch aufkopierte Sternbilder in bekanntem Positionswinkel orientiert worden. Endlich wurde nahe dem Bildzentrum eine sehr feine Marke angebracht, von der aus eine große Zahl von Mondradien gemessen wurden. Auf solche Weise erhielt man durch Ausgleichung der Radien den Ort des wahren Mondzentrums sowie die Abweichungen des Mondrandes von der Kreisform. Eine derartige Mondkarte hat jetzt *Hayn* fertig abgeschlossen und zwar auf Grund von 200 Mondbildern mit Festlegung von über 10 000 Punkten in ihren selenographischen Koordinaten. Diese neue Mondkarte, die bald veröffentlicht wird, bedeutet in der Tat einen wesentlichen Fortschritt für die Astrometrie und die Mechanik des Himmels bei allen Aufgaben, die mit dem Monde zu tun haben. Es wird dadurch möglich werden, die Ortsbestimmung unseres so wichtigen Trabanten nach Richtung und Entfernung erheblich genauer und von systematischen Fehlern wesentlich freier auszuführen. Erst dann wird man die noch immer nicht abgeschlossene Theorie der Mondbewegung durch ein einwandfreieres und genaueres Beobachtungsmaterial vervollkommnen können. *A. Marcuse.*

Botanische Mitteilungen.

Reizbewegungen von Mimosa. Über die schnellen Reizbewegungen von Gelenkpflanzen, hauptsächlich von Mimosa, hat *Bose*[1]) zahlreiche Versuche angestellt. Die Stellungen der zarten Blättchen wurden mit Hilfe leichter Hebel selbsttätig auf berußte Glasflächen aufgezeichnet. Die Reibung wurde auf ein Minimum reduziert, indem die Berührung zwischen Schreibspitze und Schreibfläche durch elektromagnetische Oszillation auf einzelne, in regelmäßiger Zeitfolge wiederkehrende Punkte beschränkt wurde. So konnte z. B. die zwischen Reizung und Bewegung bei Mimosa verstreichende „Latenzzeit" auf $^1/_{100}$ Sek. genau festgestellt werden. Sie beträgt 0,08—0,12 Sek., während Biophytum nach 0,4, Neptunia nach 0,6 Sek. reagieren. Wurden sehr schwache elektrische Reize angewendet, so mußten sie mehrfach wiederholt werden, ehe die Blattsenkung eintrat, und zwar ist dabei das Produkt aus Reizstärke und Zahl der Einzelreize konstant, d. h. für die zur Reaktion führende Erregungsschwelle gilt das sogen. Reizmengengesetz, das bereits verschiedentlich beim Menschen und bei Pflanzen aufgefunden worden ist. Mit den Methoden des Verf., die ähnlich schon früher angewendet worden sind, konnte auch die Reizleitung näher studiert werden. Dies ist deshalb wichtig, weil ver-

[1]) *J. Ch. Bose*, Researches on irritability of plants. New York, Bombay and Calcutta 1913

schiedene Forscher zu dem Ergebnis gekommen waren, es handle sich bei Mimosa nicht um echte Fortpflanzung der Erregung, etwa wie im Nerven, sondern es werde hier eine Flüssigkeitswelle, die sich durch die Pflanze verbreite, Ursache, daß die Bewegung auf entfernte Teile übergreife. *Bose* lehnt diese Vorstellung ab. Schwache elektrische oder thermische Reize könnten eine solche hydrodynamische Störung nicht bewirken und lösten doch weithin die Senkung der Blättchen aus. Zudem würde ihre Ausbreitung durch lokale Abkühlung oder Vergiftung verhindert. Ob nicht freilich die als Reize viel wirksameren Verwundungen doch ihre Fernwirkung einer Flüssigkeitsbewegung verdanken, scheint dem Ref. noch untersuchungsbedürftig, da deren Einfluß sich sicher über abgetötete Strecken fortpflanzt.

Verwandtschaftsreaktionen bei Pflanzen. Schon wiederholt hat man Serumreaktionen, wie sie zur Aufdeckung von Verwandtschaften in der Tierreihe gedient haben, auch auf Pflanzen anzuwenden gesucht. Es wird dabei eiweißhaltiges Material einem Tiere, z. B. Kaninchen, eingespritzt und dann dessen Serum und daneben das eines unbehandelten Tieres daraufhin untersucht, ob es beim Zusatz von Eiweiß einer anderen Pflanze, deren Verwandtschaft mit der erstverwendeten geprüft werden soll, gewisse Reaktionen, hauptsächlich Präzipitation und Konglutination, ergibt. *Mez*[1]) hat nun eine breit angelegte Untersuchung der Verwandtschaftsverhältnisse bei den Blütenpflanzen mit diesen Methoden unternommen, um da, wo die rein morphologischen Kennzeichen nicht mehr ausreichen, durch Verwendung der „Eiweißverwandtschaft" als ganz anders geartetem Hilfsmittel alte Theorien nachzuprüfen und neue Beziehungen aufzudecken. Da bei Pflanzen unter entsprechenden Bedingungen weitere Verwandtschaftsgruppen die gemeinsame Reaktion ergeben als bei Tieren, so konnte die gleiche Abstammung in großen Zügen auch bei einander fernerstehenden Familien wahrscheinlich gemacht werden. Dabei blieben dort, wo die alten Methoden schon einige Sicherheit gebracht haben, die systematischen Beziehungen unangetastet. Die Verwandtschaft der Gymnospermen mit den Archegoniaten konnte für die Coniferen einerseits, die Selaginellaceen andrerseits nachgewiesen werden, nicht aber die von Coniferen zu Gingko und Cycadaceen. Dagegen reagierten die Pinaceen mit Ephedra (Gnetaceen), mit den Taxaceen und mit den Araucariaceen. Diese alle gehören also einheitlich zum Gymnospermenstamm, während die Cycadeen für sich entstanden sein müssen, offenbar aus den Cyadofilices. Die Monocotylen gingen nach neueren Vorstellungen aus primitiven Dikotylen hervor, dementsprechend reagierten die Helobiae (z. B. Alismataceen) mit den Ranales (z. B. Nymphaeaceen). Die Potamogetonaceen dagegen stehen abseits und schließen sich den Pandanales an. Neben diesen zweigt sich als andere Reihe der in dem Liliifloren gipfelnde Monocotylenstamm ab. Von den Liliaceen sind auch die Gramineen durch Reduktion abgeleitet. Mit den Magnoliaceen, die vielleicht die niedersten Dikotylen sind und von Gymnospermen abstammen, reagierten die Aristolochiaceen, die man bisher gar nicht unterzubringen wußte. Von den übrigen Ergebnissen ist die ungleiche Abstammung der Verwachsenkronblättrigen besonders wichtig. So gaben die mit oberständigem und die mit unterständigem Fruchtknoten keine Reaktion miteinander, ebensowenig die Compositen mit den Dipsaceen, deren äußere Ähnlichkeit also auf Konvergenz beruhen muß.

Irisieren bei Meeresalgen. Wie *Berthold* vor mehr als 30 Jahren schon gezeigt hat, ist der eigentümliche bläuliche Glanz vieler Meeresalgen auf Inhaltskörper der Zellen zurückzuführen, die sich bei starker Besonnung vor die empfindlichen (hier roten) Chlorophyllkörper lagern und diese dadurch schützen. *Faber*[2]) hat nun diesen interessanten Fall von Lichtschutz noch genauer untersucht. Nach ihm kommt der Farbwechsel bei seinen Objekten nach Besonnung ziemlich schnell zustande. Hervorgerufen wird er dadurch, daß ein amöboid bewegliches Organ der Zelle, das durch tröpfchenförmige Inhaltskörper trüb ist, sich phototaktisch auf die dem Lichte zugekehrte Seite der Zelle begibt und so die Chromatophoren, die das Licht fliehen, verdeckt. Die Pflanze erscheint dann auf dunklem Grunde bläulich, wie das trüben Medien eigen ist. Im Schatten ziehen sich die Lichtschutzorgane langsam hinter die Chlorophyllkörper zurück, so daß die Alge wieder rein rot erscheint.

E. G. Pringsheim, Halle.

[1]) *Mez* u. *Gohlke*, Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaften der Angiospermen. Cohns Beitr. z. Biologie der Pflanzen Bd. 12, 1913.

[2]) *F. C. v. Faber*, Die Organisation und Entwicklung der irisierenden Körper der Florideen. Zeitschrift f. Botanik Bd. 5, 1913.

Kleine Mitteilungen.

Einen wichtigen Beitrag zur Frage der natürlichen Stickstoffassimilation liefern Versuche von *Walther Löb*, die in der chemischen Abteilung des Virchow-Krankenhauses zu Berlin gemacht worden sind und in den *Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 1913, 4, S. 684 f. beschrieben werden. Es ist nach diesen Versuchen zum ersten Male der Nachweis erbracht, daß aus den Ausgangsprodukten der natürlichen Synthese, der *Kohlensäure*, dem *Ammoniak* und dem *Wasser* ohne Zuhilfenahme anderer Stoffe nur durch zweckmäßige Energiezuführung eine *Aminosäure* sich künstlich gewinnen läßt, die zweifellos eine der ursprünglichsten Phasen im Aufbau des natürlichen Eiweißes darstellt. Während nun in der Natur die Sonnenstrahlung und elektrische Energie, welche durch das Vorhandensein von Spannungsunterschieden erzeugt werden, als Energiequellen in Frage kommen, wobei als wirksamste Faktoren die gelben und roten Strahlen auftreten, welche in den grünen Pflanzenteilen Assimilationsreaktionen auslösen — da ja die chemisch stärker wirkenden ultravioletten Strahlen durch die Atmosphäre zum größten Teil absorbiert werden —, wurden für den künstlichen Versuch gerade diese letzteren Strahlen wegen ihrer starken Wirkung mit Erfolg benutzt. Dies leuchtet um so mehr ein, als der künstliche Versuch auf die Mitwirkung des Chlorophylls verzichten muß, welches in der Natur die Rolle eines Sensibilators spielt, das heißt den gelben und roten Strahlen chemische Wirksamkeit erteilt. Durch den stillen Entladungsvorgang werden ultraviolette Strahlen hinreichend erzeugt, so daß dieser Vorgang für solche Versuche die geeignetste Energiequelle darstellt. Ob allerdings hierbei auch noch elektrische Energie als mitwirkend in Frage kommt, müssen erst weitere Versuche zeigen. Über die experimentelle Ausführung der Synthese muß auf den Originalbericht verwiesen werden. —*z.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.